STÉRÉO GALVANO



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES ET ARTS GRAPHIQUES

LOUIS SALOMON

PROFESSEUR AU COLLÈGE TECHNIQUE ESTIENNE

STÉRÉO-GALVANO

COURS DE PERFECTIONNEMENT A L'USAGE DES CANDIDATS
AU CERTIFICAT D'APTITUDE PROFESSIONNELLE

PRÉFACE

d'Édouard HEMMERLE

PRÉSIDENT DE L'I. N. I. A. G.



MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES ET ARTS GRAPHIQUES

PARIS MCML

PRÉFACE

Il faut se garder des généralisations hâtives qui souvent engendrent des conclusions fausses.

Devant le développement rapide et les très beaux résultats de l'Héliogravure et de l'Offset, certains professionnels ont sonné le glas de la typographie, et parlé d'elle au passé.

Je suis convaincu qu'ils font erreur. Certes, la typographie, vénérable doyenne de nos métiers, est riche de traditions séculaires qui sont ses titres de noblesse. Elles doivent être traitées avec infiniment de précautions et de respect, ne serait-ce que pour ranger certaines d'entre elles dans la vitrine des reliques, qu'on admire, sur lesquelles on s'attendrit parfois, mais dont on se garde bien de se jamais servir.

Et c'est précisément l'abandon de certaines de ces traditions terminées qui me font vous affirmer avec conviction « Typographie pas morte ».

C'est un biologiste qui a dit : « Vivre c'est s'adapter », cela vaut aussi pour les techniques. Si celle du typographe était restée constante, j'aurai peu d'espoir sur sa longévité. Mais jamais elle n'a cessé d'évoluer, de progresser, d'assimiler pour son plus grand profit, les découvertes susceptibles d'applications industrielles.

Alors! où sont le vieillissement, la sénilité? Sinon dans l'imagination de ceux qui, généralisant trop vite, concluent à tort et peut-être à travers.

La typographie a une souplesse qui la fait employer dans l'échope artisanale comme dans l'atelier le plus industrialisé. Ses fabrications

vont de la carte de visite au bottin, en passant par le journal quotidien, et les plus belles gravures en noir ou en couleur.

Quand un procédé dispose de possibilités aussi vastes et aussi variées, on n'a pas à s'inquiéter de son avenir, mais seulement à œuvrer pour que cet avenir continue la marche en avant du passé et du présent.

C'est à quoi le présent ouvrage contribue de façon efficace.

Il m'est donc fort agréable de présenter cet ouvrage à la réalisation duquel mes collègues de l'I.N.I.A.G. et moi avons poussé de toute notre conviction pour les raisons suivantes :

Les techniques de fabrication des clichés par moulage sont entrées depuis peu dans « l'âge des plastiques », où les matières premières traditionnelles se voient concurrencées puis supplantées par les produits synthétiques que la chimie moderne met à la disposition des hommes.

La galvanotypie s'est récemment — en remplaçant le plombaginage par l'argenture — affranchie de la plus « noire » des servitudes, pour devenir un métier à blouse blanche et à mains nettes.

Aucun ouvrage ne précisait encore où en était cette évolution en cours, ni jusqu'où on pouvait espérer la voir aller.

Un public de jeunes avait l'impérieux besoin qu'on lui enseigne le métier qu'il apprend aujourd'hui, mais qu'il exercera beaucoup plus sous sa forme de demain que sous celle d'hier.

D'innombrables professionnels, même parmi les plus chevronnés, étaient soucieux de s'informer de cette évolution et de mettre leurs connaissances « à jour », témoignant ainsi de leur propre jeunesse et de celle de la typographie soi-disant sclérosée.

Ce livre était donc nécessaire.

Il restait à l'écrire. La tâche était trop forte pour un seul. Trois techniciens éprouvés y ont collaboré en y mettant le meilleur d'eux-mêmes. Ce sont : M. SALOMON, Professeur au Collège Estienne, qui en a rédigé la majeure partie, et en particulier tout ce qui concerne les opérations classiques.

M. Henri BOUDREAUX, et M. Paul ROYER y ont ajouté des exposés sur les méthodes modernes qu'ils emploient dans leurs ateliers, dans la ligne des toutes récentes découvertes.

M. BARGILLIAT, a coordonné tous ces textes pour arriver à faire de ce livre un ouvrage d'enseignement.

Le lecteur appréciera le résultat de leurs efforts. Pour moi, il me reste à les remercier au nom de l'I.N.I.A.G., d'avoir ajouté aux manuels déjà publiés, une nouvelle unité digne des précédentes.

Ainsi se complète par les efforts des meilleurs de la profession, la série qui doit « et c'est toute la mission de l'I.N.I.A.G. », enseigner à la jeunesse dans le désintéressement et l'amour du métier, les techniques du livre.

EDOUARD HEMMERLE,
Président de l'I.N.I.A.G.

GÉNÉRALITÉS

01 — Qu'est-ce que la stéréotypie-galvanotypie ?

La stéréotypie-galvanotypie a pour but la duplication des originaux destinés à l'impression typographique. Ces originaux peuvent être des compositions typographiques, des clichés de photogravure, des gravures sur bois.

Le compositeur typographe, le photograveur et le graveur sur bois ou sur métal créent l'original. Le stéréotypeur-galvanotypeur en exécute rapidement de multiples copies métalliques qui serviront à l'imprimeur pour effectuer ses tirages tout en préservant le matériel original : caractères et clichés.

Il est évident que l'invention de ces deux procédés a permis à l'imprimerie de prendre une grande extension, de produire beaucoup et à meilleur marché, mettant ainsi le livre à la portée de tous.

Par la stéréotypie, procédé mécanique, on obtient des reproductions en alliage plomb-antimoine-étain. Elles conviennent particulièrement aux impressions à tirage moyen et de qualité courante.

C'est ainsi que la stéréotypie est universellement utilisée pour l'impression des journaux quotidiens.

Par la galvanotypie, procédé électrochimique, on obtient des reproductions généralement en cuivre et plus rarement en nickel. Plus onéreuse et plus lente que la stéréotypie, la galvanotypie convient aux impressions soignées et à fort tirage. Elle est indispensable lorsqu'il s'agit de reproduire des originaux de grande finesse comme les similigravures par exemple.

Dans les deux procédés, seules la préparation des originaux et la terminaison des reproductions offrent quelque similitude. Nous étudierons donc séparément la technique approfondie de chacune de ces deux méthodes de travail.

02 — Le clicheur-galvanotypeur : qualités et fonctions

Tout adolescent normal, aux qualités physiques et intellectuelles moyennes est susceptible de devenir un bon ouvrier stéréotypeur-galvanotypeur, plus communément appelé *clicheur*.

Néanmoins, la dépense physique nécessaire à l'exécution de certaines phases du métier exige une constitution plutôt robuste. Les vapeurs plombifères, les émanations d'acide peuvent avoir, si l'on ne prend pas de précautions, des effets nocifs sur des organismes débiles. Dans tous les cas, l'observation d'une bonne hygiène, en évitant les excès alcooliques, permettra la pratique prolongée du métier sans répercussion fâcheuse sur la santé.

Dans ces deux branches de notre métier, une bonne vue et une bonne habileté manuelle sont nécessaires. L'ouvrier se sert de plusieurs machines-outils, de presses hydrauliques, de dynamos ou redresseurs de courant. Il manie la lime, le marteau, le fer à souder, les burins du graveur comme la pipette graduée du chimiste.

Si la stéréotypie, procédé entièrement mécanique, n'exige pas une instruction générale étendue, il n'en est pas de même pour la galvanotypie où l'assimilation de certaines notions de chimie, d'électricité est nécessaire pour prétendre à la qualification d'ouvrier vraiment complet.

En résumé, un bon ouvrier clicheur-galvanotypeur, par la diversité des opérations de son métier, excelle dans le travail des métaux comme dans celui du bois. La majorité d'entre eux deviennent ce que l'on appelle des « bricoleurs » hors ligne.

Beaucoup viennent à ce métier peu connu poussés par les circonstances plutôt que par une vocation précise, mais presque toujours ils s'y attachent très vite et ne regrettent jamais de l'avoir choisi.

CHAPITRE I

NOTIONS DE TYPOGRAPHIE

Le clicheur-galvanotypeur est appelé, dans le travail d'imposition, à manipuler constamment des compositions typographiques. Il doit donc avoir des connaissances assez étendues sur la typographie pour remédier lui-même aux accidents : « mise en pâte », formes ou lignes mal justifiées, etc... Avant de passer à l'étude technique de la profession, nous allons reviser sommairement les principales règles de composition typographique manuelle.

101 — Le caractère d'imprimerie

La typographie a pour objet l'assemblage des caractères mobiles afin de constituer des mots, des lignes, des pages, etc...

Les caractères d'imprimerie (fig. 1) sont fondus dans des machines spéciales par le « fondeur typographe ». Ils sont en alliage plomb-antimoine-étain. Leur hauteur est exactement de 23,56 mm. Les lettres sont *crantées*. En France, le cran est toujours vers le haut, c'est-à-dire du côté des accents tandis qu'en Alle-

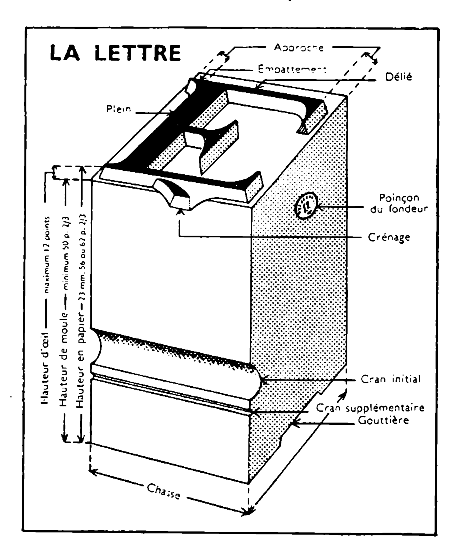


Fig. 1. — Caractère d'Imprimerie.

magne, aux Etats-Unis, en Angleterre, ce cran est placé vers le bas. Le cran se reconnaît au toucher et permet de placer toutes les lettres dans le même sens sans avoir à regarder l'œil de la lettre.

Le corps représente une des trois dimensions du caractère. C'est la hauteur du *caractère* d'imprimerie c'est-à-dire du plomb qui porte la lettre. En d'autres termes, c'est la distance mesurée en points (voir § 103) qui sépare la face portant le cran de son opposée. Il existe une grande variété de corps, les plus courants varient de 6 points à 14 points.

L'approche est le talus qui isole une lettre imprimée de ses voisines. Lorsque la juxtaposition des lettres donne de grands blancs, par exemple PA ou VA, on doit aérer d'une façon uniforme les lettres d'un même mot à l'aide d'*espaces* fines ou moyennes.

La hauteur en papier est la distance comprise entre le pied de la lettre et le sommet de la partie imprimante appelée couramment « œil » : cette hauteur est immuable et égale en France à 23,56 mm (62 2/3 points).

Familles : Les caractères d'imprimerie sont classés en familles suivant le dessin de la lettre; les principales sont les Antiques, les Egyptiennes, les Elzévirs, les Didots et les Ecritures (fig. 2).

LE VERGER S'ANIME POUR LA V
Le verger s'anime pour la vendan

Genre d'antique.

LE VERGER S'ANIME POUR LA V
Le verger s'anime pour la vendan

Genre d'égyptienne.

LE VERGER S'ANIME POUR LA
vendange et, de la vigne qu'on dépouille

Genre d'elzévir.

LE VERGER S'ANIME POUR LA
vendange et, de la vigne qu'on dépouille

Genre de didot.

Fig. 2. — Les quatre grandes familles de caractères.

102 — Blancs

Les blancs sont des pièces d'alliage, moins hauts que les lettres, destinés à remplir dans une composition typographique les espaces qui ne doivent pas marquer à l'impression. Leur hauteur normale, naturellement inférieure à celle des caractères, est de 51 points. Pour les formes destinées à être clichées, on utilise souvent des « blancs hauts » d'une hauteur égale à 58 points dans le but d'éviter l'affaissement de « l'œil » au moulage mécanique.

Les blancs se divisent en trois groupes :

1° Les blancs de justification à placer dans les lignes entre lettres et mots. Ce sont les « espaces » (1); il y a des espaces fines, moyennes et fortes;

2° Les interlignes ou blancs qui se placent entre les lignes; ce sont des lamelles de plomb de 1, 2, 3, 4, 6 points d'épaisseur en général;

3° Les blancs de grande dimension ou *lingots* qui se mettent à l'intérieur et autour des compositions. Les *cadratins* sont des espaces qui ont pour deux dimensions l'épaisseur du corps de la lettre; les *cadrats* sont des multiples du cadratin.

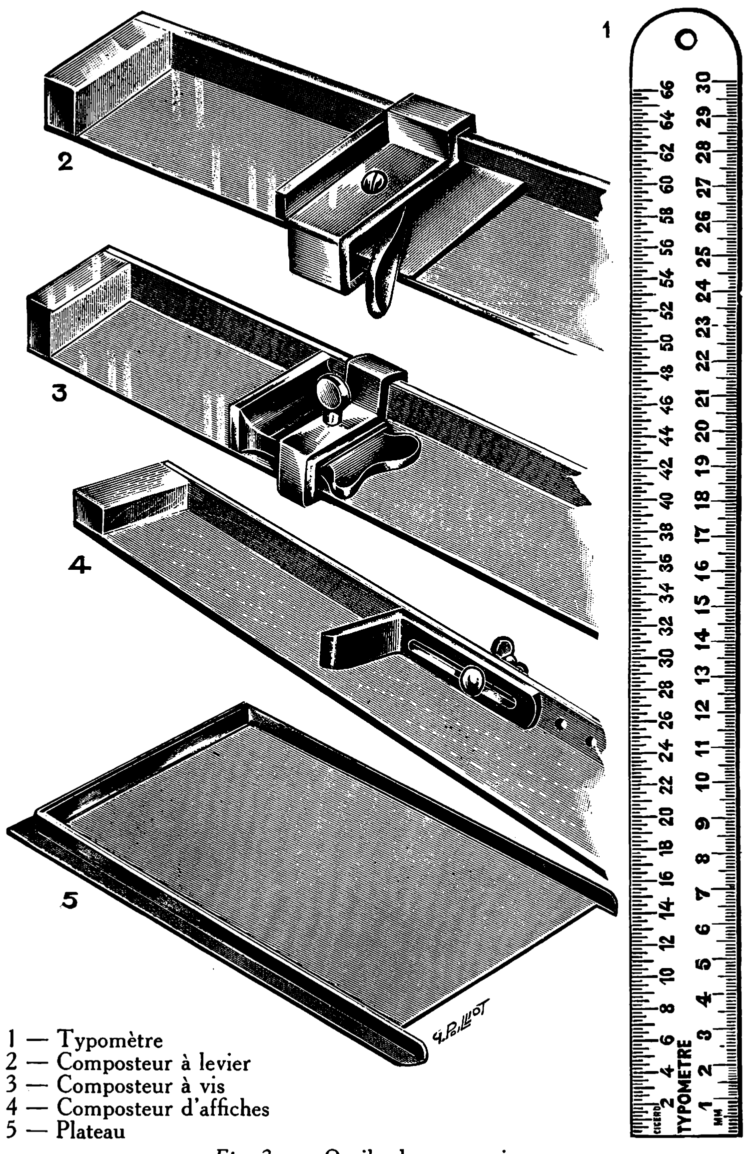
En général, on met une espace forte entre chaque mot; les fines et les moyennes servent à la justification finale de la ligne. Pour les capitales, l'espace entre chaque mot doit être égal à un E du même corps.

Les lettres ordinaires ou minuscules sont appelées « bas de casse », les majuscules « capitales ».

103 — Mesures typographiques

François Didot remania en 1775 la valeur du point typographique qui avait été créé par Fournier en se basant sur le sixième de la mesure de longueur de cette époque : la ligne de pied de roi. Le point Didot est égal à 0,376 mm, 8 points font environ 3 mm.

(1) A noter que le mot « espace » est féminin dans nos métiers.



1 — Typomètre
2 — Composteur à levier
3 — Composteur à vis
4 — Composteur d'affiches
5 — Plateau

Fig. 3. — Outils du compositeur.

Le cicéro, plus communément appelé le « douze », équivaut à 12 points ou 4,5 mm environ.

Ces mesures typographiques ne concordent pas avec le système métrique, comme on le voit.

Les petites longueurs sont toujours comptées en points, les autres en douzes. Elles sont mesurées à l'aide d'un typomètre (fig. 3).

104 — Casse

La casse est une sorte de tiroir en bois divisé en compartiments ou « cassetins » d'inégale grandeur. Chaque cassetin abrite une seule sorte de lettres ou de signes. La grandeur et l'emplacement des cassetins de chaque sorte de signes ont été calculés en tenant compte de la fréquence d'emploi des lettres dans le texte usuel (fig. 4 et 5). Il y a plusieurs modèles de casses, mais c'est la casse parisienne la plus répandue. Sur chaque casse, une étiquette indique le genre de caractères qu'elle contient.

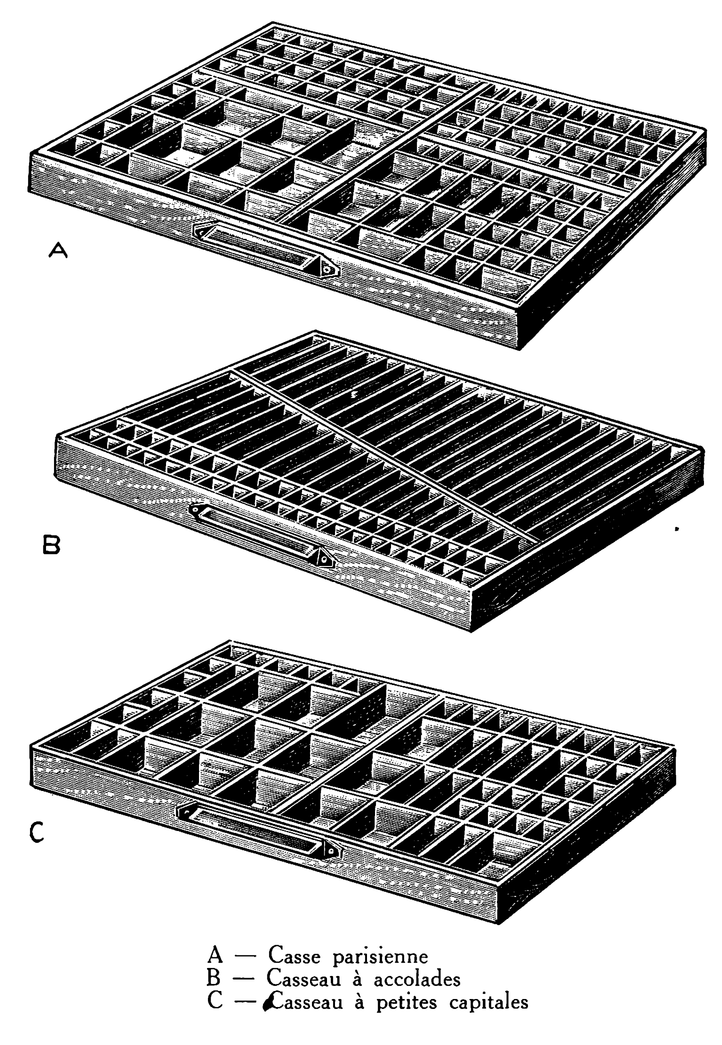
Il est utile qu'un clicheur-galvanotypeur connaisse sa casse pour lui faciliter la recherche des lettres nécessaires aux corrections en l'absence éventuelle du typographe.

105 — Composition

Pour composer, le typographe se sert du composteur (fig. 3). On règle le composteur sur la longueur des lignes à composer, ce qui s'appelle « le justifier ». Puis, tout en lisant le texte, on prélève une à une les lettres dans la casse, on intercale une espace forte entre chaque mot. La ligne terminée, on justifie, c'est-à-dire que l'on partage le blanc restant en fin de ligne entre tous les mots de cette ligne. Le composteur plein, les lignes sont extraites et déposées sur la *galée* (plateau de zinc muni d'équerres) (fig. 6).

106 — Ligature de la composition

La composition terminée est ligaturée au moyen d'une ficelle. Pour éviter de « mettre en pâte », voici comment il faut opérer.



A — Casse parisienne
B — Casseau à accolades
C — Casseau à petites capitales

Fig. 4. — Casses.

De la main gauche, prendre la ficelle qu'on applique sur le côté droit de la composition. Maintenir la ficelle à l'aide de

A	B	C	D	E	F	G	e i	l m	o r	s t	ë	ï	ü
H	I	K	L	M	N	O	É	È	Ê	Æ	Œ	W	Ç
P	Q	R	S	T	V	X	fl	â	ê	î	ô	û	!
»	)	U	J	j	Y	Z	ff	à	è	ù	ffl	w	?

&	ç	é	-	’	e	1	2	3	4	5	6	7	8
—	b	c	d			s		Espaces moyennes	f	g	h	9	0
												æ	œ
z	l	m	n		i	o		p	q	;	ffi	k	Demi-cadr.
y										Esp. fines	fi	:	Cadratins
x	v	u	t		Espaces fortes	a		r		.	,	Cadrats	

Casse parisienne

Fig. 5. — Détail de la casse parisienne.

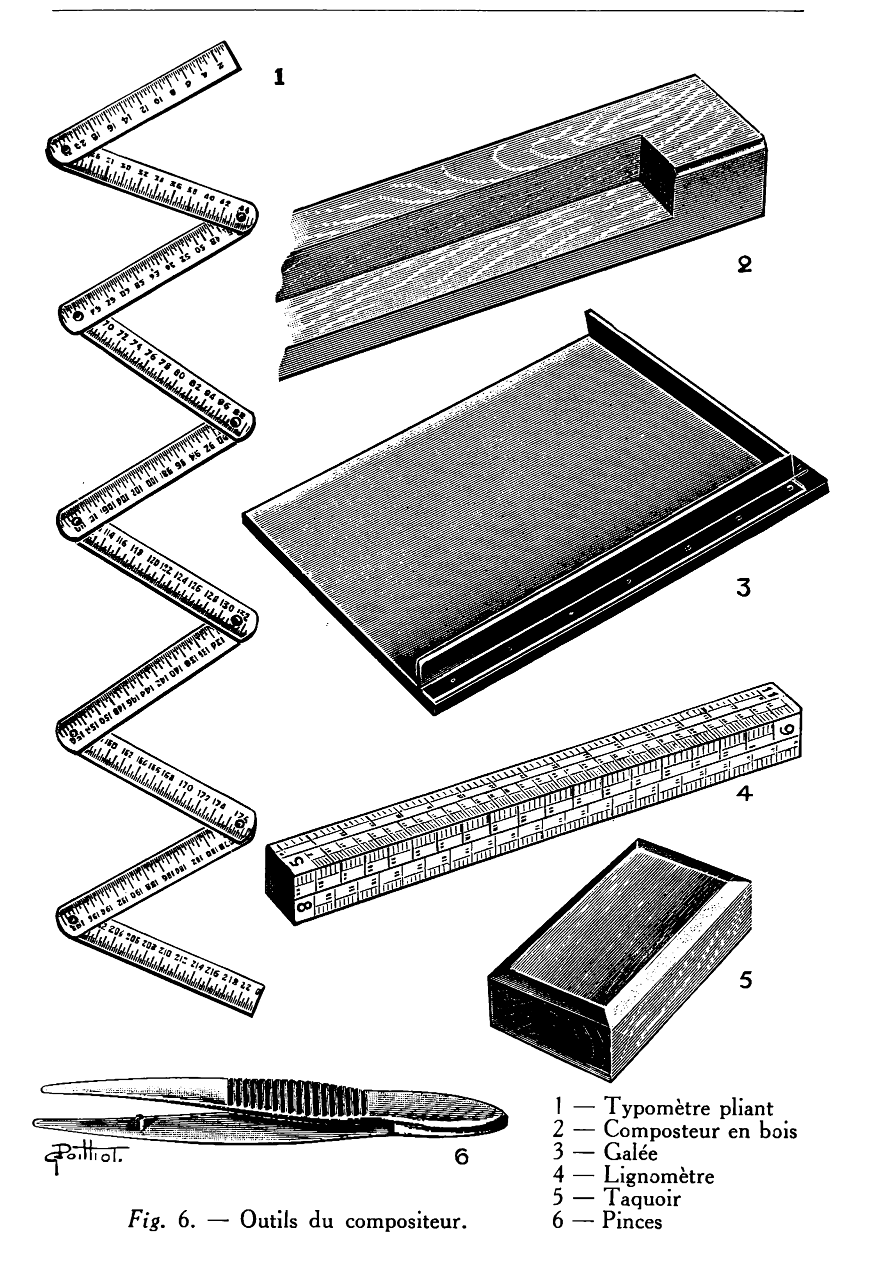


Fig. 6. — Outils du compositeur.

1 — Typomètre pliant
2 — Composteur en bois
3 — Galée
4 — Lignomètre
5 — Taquoir
6 — Pinces

l'index gauche tandis que la main droite lui fait faire le tour de la composition. Au deuxième tour, faire passer la ficelle par-dessus le bout resté pendant au départ. On peut alors appuyer

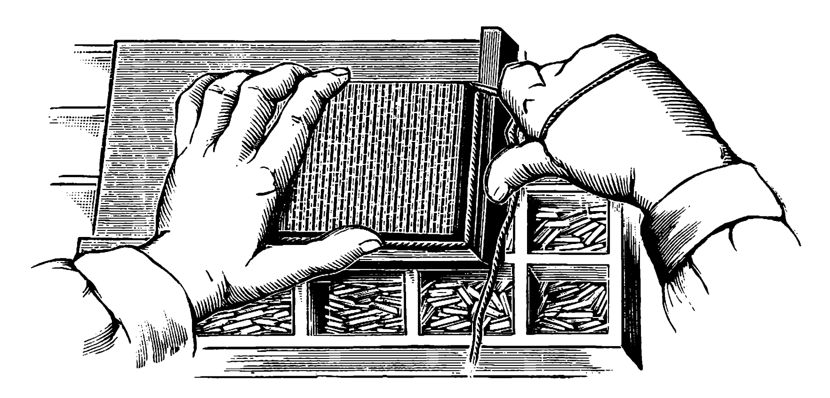


Fig. 7. — Ligature de la composition sur la galée.

la main gauche à plat sur la composition pour la maintenir tandis que le pouce droit appliqué sur les bords, permet de tendre facilement la ficelle. Trois tours sont nécessaires pour avoir une bonne ligature. (fig. 7).

Pour terminer, engager la ficelle, du côté gauche, en pied de page, à l'aide de la pince ou d'une interligne entre le premier tour de ficelle et la composition. Laisser dépasser la ficelle de 5 douzes environ afin de pouvoir la saisir facilement pour délier la forme. Terminer la ligature dans un angle pour que la composition ne se délie pas au cours des manutentions.

Après ligature, les compositions sont empaquetées. Sur le paquet, on inscrit le titre et les références de la composition afin d'en faciliter le classement et la recherche.

Lorsqu'il délie les paquets pour les imposer, le clicheur-galvanotypeur doit ranger soigneusement emballage et ficelle. Il les retrouvera ainsi facilement pour ligaturer lorsque son travail sera terminé.

Il arrive que les compositions soient livrées à la clicherie en « ramettes », c'est-à-dire imposées pour le tirage. Dans ce cas, le clicheur met châssis et lingots sur un carton dans la même disposition. Il inscrit à la craie le numéro du travail ou les références sur ce carton et range le tout. De cette façon, il réimposera très facilement sa composition en « ramette » lorsqu'il aura terminé son travail. En procédant sans ordre, il perdrait un temps précieux à rechercher des lingots de longueur convenant à sa composition.

107 — Levage des épreuves

Il existe quatre sortes d'épreuves : l'*épreuve en première*, le *bon à tirer*, la *tierce* et la *révision*. Les compositions livrées à la clicherie-galvanotypie sont toujours accompagnées d'une épreuve.

L'*épreuve en première* ne sort pas de l'atelier de composition. Elle permet au correcteur de relire et de corriger le travail du compositeur en notant au moyen de signes conventionnels les corrections à exécuter (fig. 8).

Le *bon à tirer* est l'épreuve signée du client. Ce dernier y a fait les corrections qu'il jugeait nécessaires, en faisant précéder la date et sa signature de la mention « bon à tirer ». Dans le cas où le clicheur-galvanotypeur aurait en sa possession le bon à tirer, il fera bien de vérifier rapidement si toutes les corrections signalées ont bien été effectuées sur le plomb. Bien que sa responsabilité ne soit pas engagée, il permet ainsi de réparer à temps des omissions involontaires de l'atelier de composition.

La *tierce* est la première épreuve tirée sur machine et permettant à l'imprimeur les dernières vérifications avant tirage.

Si des corrections sont encore nécessaires sur la tierce, on lève enfin ce que l'on appelle une *révision*.

108 — Imposition

Alors que l'imposition *du clicheur* a pour but uniquement de pourvoir la composition d'un cadre de soutien, l'imposition du *typographe* a pour objet de serrer dans un châssis les différentes

Lettre et mot à changer.	L'invention qni a contribué le moins utile-
— à ajouter.	ment à perptuer souvenirs historiques n'a pu
— à supprimer.	jusqu'à ce ce jour réppandre quelque clarté
— à retourner.	sur le mystère qui enveloppe sa propre ori-
— à transposer.	gine. Trois villes, Mayence, et Strasbourg
	le berceau de l'imprimerie. Quant à l'é-
Lignes à transposer.	Harlem, se disputent l'honneur d'avoir été
Ponctuation à changer.	poque de sa naissance, on la fait générale-
Petites et grandes capitales.	ment remonter à la moitié du xv° siècle. Il
Interligne à baisser.	résulte néanmoins de l'hésitation des érudits
Espace à mettre.	sur cepoint historique une incertitude qui
Syllabes à réunir et mots à rapprocher.	porte à la fois sur l'aut eur, sur le lieu
Lettres écrasées.	et sur l'année de cette découverte. Que si
— à redresser.	l'on considère la proximité des temps et
— à nettoyer.	des lieux témoins de cet événement, on
Apostrophe à ajouter.	sexplique assez difficilement les causes qui
Ligne à rentrer.	suspendent encore de nos jours la solution
Espace et blanc à baisser.	de ce triple problème.
Alinéa à supprimer.	Le concours apporté par les meilleurs tra-
Lettre d'un œil étranger.	ditions contemporaines et les plus savantes
Ligne à sortir.	investigations n'a jusqu'ici donné pour
	résultats que certaines probabilités plus ou
Blanc à diminuer.	moins fondées, mais jamais une évidence
Blanc à augmenter.	suffisante pour triompher des scrupules de
Alinéa à faire.	l'histoire. Les historiens et les bibliographes
Mot biffé à conserver.	se sont livrés aux recherches les plus labo-
Bourdon.	rieuses et les plus diverses, sans parvenir
Lettre et mot à mettre en italique.	à une *certitude* irréfragable sur aucun des
Lettre et mot à mettre en romain.	trois points *controverses*

Fig. 8. — Mémento des signes de corrections.

pages de manière qu'après pliage de la feuille imprimée, les pages se trouvent placées dans leur ordre régulier et entourées d'une marge blanche dont la largeur est calculée d'avance.

Il arrive souvent qu'un galvano ou « stéréo » à plat ou cylindrique renferme plusieurs pages d'un même volume. Il convient alors de faire l'imposition clicherie en tenant compte des blancs, de l'ordre de pagination, du format du papier, du retrait plus ou moins sensible suivant le procédé de duplication employé.

Le clicheur-galvanotypeur doit donc avoir une idée précise sur le pliage des feuilles à la brochure et sur la répartition des blancs.

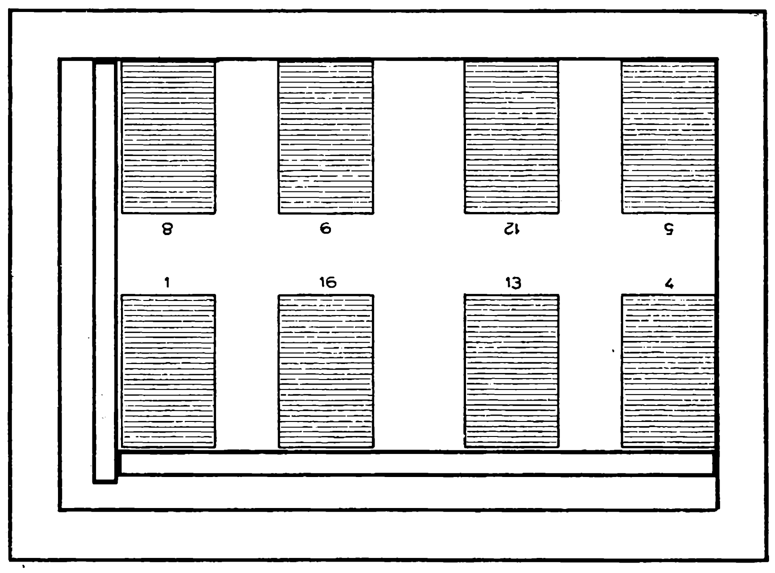
Les formes d'édition contiennent ordinairement 1, 2, 4, 8, 16 ou 32 pages. Les galvanos ou stéréos de 2 et 4 pages sont assez courants surtout dans les tirages sur « cylindriques ». Tandis que les 8, 16 ou 32 pages ne se présentent que plus rarement et seulement dans les ateliers spécialisés dans la fabrication des clichés cylindriques.

D'ailleurs l'imposition pour cylindriques est une imposition spéciale. En effet, le cylindrique a une grandeur déterminée pour s'adapter sur la rotative.

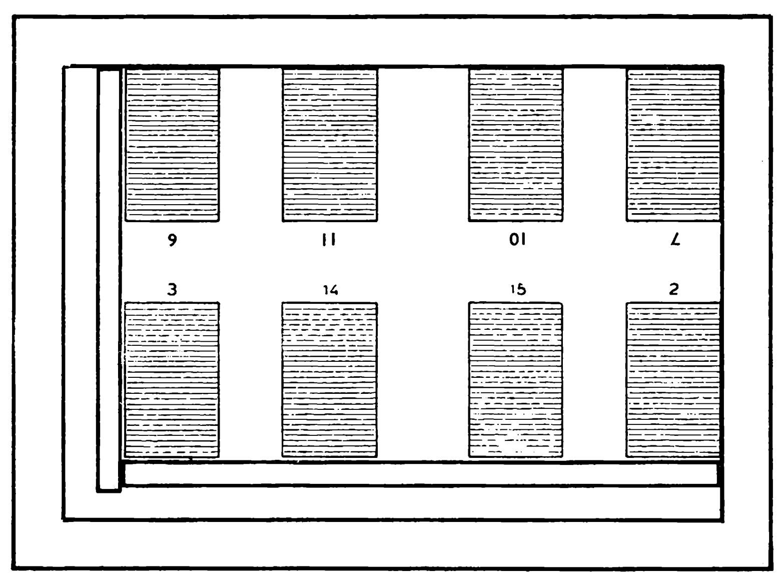
Voici alors le problème qui se pose au clicheur au moment de cette imposition : placer le maximum de compositions dans sa forme, compte tenu du format de la bobine de papier et des blancs à réserver autour de chaque page ou de chaque modèle.

Prenons par exemple, un tirage de petit imprimé comme les mandats : le typographe a exécuté une composition. Le clicheur détermine tout d'abord combien de fois il peut placer cette composition dans son format cylindrique tout en respectant les marges. Supposons que ce calcul lui donne le chiffre 8. Il va exécuter 8 stéréos à plat et de hauteur d'œil, que nous appellerons « types ». Ces 8 types sont imposés en laissant les marges nécessaires et serviront à la prise d'empreinte pour la fonte des cylindriques.

Prenons maintenant un tirage d'édition sur cylindriques. Dans ce cas, inutile de faire des « types » puisque dans un cylindrique, il n'y a qu'une seule page d'un même folio. En effet, la forme



1re Forme



2e Forme

Fig. 9 — Imposition in-8°.

contient 8 pages différentes. Le clicheur imposera les 8 pages suivant l'ordre de pagination convenable et en respectant les marges.

Voici comment, en édition, on doit opérer pour se rendre compte du pliage de la feuille à la brochure. La feuille étant placée à plat, un grand côté vers soi, relever le côté de droite pour le superposer exactement au côté gauche. La feuille est ainsi pliée en deux. Tourner le pli vers soi et effectuer l'opération ci-dessus autant de fois que le format l'exige en prenant la précaution avant chaque pliure de tourner le pli précédent vers soi. Au premier pli, nous avons obtenu l'in-folio = 4 pages (recto-verso); au deuxième pli : l'in-4° = 8 pages; au troisième pli, l'in-8° = 16 pages; au quatrième pli : l'in-16 = 32 pages.

La feuille étant pliée au nombre de pages correspondant à l'imposition, numéroter celles-ci dans l'ordre normal. En la dépliant, nous aurons une idée exacte de l'emplacement que doit occuper chaque page dans l'imposition. Le croquis ci-joint donne, pour le tirage d'un volume, l'ordre de pagination des deux premières formes destinées à la confection de cylindriques, chaque cylindrique contenant 8 pages (fig. 9).

Qu'il s'agisse de 2, 4, 8, 16, 32 pages, le principe qui régit l'ordre de pagination à l'imposition est le même. Si dans la plupart des ateliers l'imposition est faite par les compositeurs, il n'est pas moins utile que le clicheur en ait une idée précise.

109 — Répartition des blancs

Sur la feuille imprimée, les blancs se divisent en blancs de fonds, de pied et de tête.

Les « blancs de fonds » comprennent les petits fonds et les grands fonds; les premiers constituent les marges intérieures du livre imprimé et les seconds forment les marges extérieures.

Pour les « blancs de pied » et de « tête », leur nom indique nettement leur emplacement.

Le partage des blancs s'équilibre de la manière suivante par rapport au blanc total disponible :

— 2/5es pour les petits fonds;
— 3/5es pour les grands fonds;
— 2/5es pour les blancs de tête;
— 3/5es pour les blancs de pied.

Connaissant le format du papier utilisé pour le tirage et celui des pages à imposer, il est facile de déterminer la valeur respective de chacun des blancs.

A titre d'exemple : soit à imposer un format in-8° carré, dont les pages ont 20 douzes de largeur sur 35 douzes de hauteur (fig. 10).

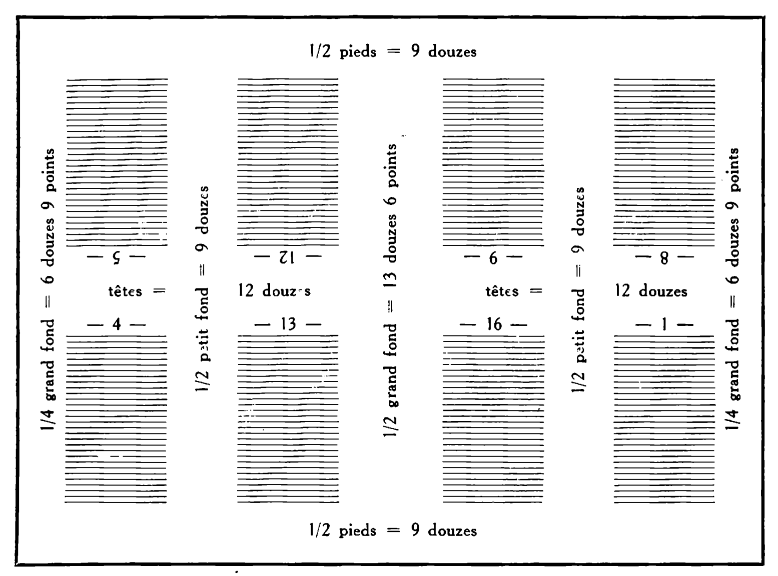


Fig. 10. — Répartition des blancs.

Le format du papier est de 45 cm × 56 cm soit en douzes 125×100.

Dans la longueur du papier il y a 4 pages en largeur soit 20 × 4 = 80 douzes. Il reste 125 — 80 = 45 douzes de blanc total à répartir entre petits fonds et grands fonds.

Dans la largeur du papier, il y a 2 hauteurs de pages ou 35 × 2 = 70 douzes et il reste 100 — 70 = 30 douzes de blancs à partager entre blancs de pied et de tête.

La valeur respective de chaque blanc s'établira comme ci-dessous.

— Blancs de pied = 18 douzes (3/5es de 30 douzes);
— Blancs de tête = 12 douzes (2/5es de 30 douzes);
— Petits fonds = 18 douzes (2/5es de 45 douzes);
— Grands fonds = 27 douzes (3/5es de 45 douzes).

En suivant le même raisonnement on peut retrouver la valeur à donner aux blancs quel que soit le nombre de pages contenues dans une feuille. Il est évident que, pour l'imposition d'un volume en clicherie-galvanotypie, seule la connaissance des blancs de séparation des pages est indispensable.

110 — Formats

Les formats de papier courants en imprimerie sont donnés dans le tableau ci-dessous.

A. — *Feuilles in-plano*

Désignation	Dimensions en centimètres	Surface en centimètres carrés
Pot	31 × 40	1 240
Tellière	33 × 44	1 152
Couronne (registre)	36 × 46	1 656
Couronne (édition)	37 × 47	1 739
Écu	40 × 52	2 080
Coquille	44 × 56	2 464
Carré	45 × 56	2 520
Cavalier	46 × 62	2 852
Raisin	50 × 65	3 250
Jésus (musique)	55 × 70	3 850
Petit jésus	56 × 72	4 032
Jésus	56 × 76	4 256
Colombier (affiches)	60 × 80	4 800
Colombier	63 × 90	5 670
Atlas ou journal	65 × 94	6 110
Grand-aigle	75 × 106	7 950
Grand-monde	90 × 120	10 800
Univers	100 × 130	13 000

B. — *Sous-Multiples par pliage*

Désignation	In-plano	In-folio	In-quarto	In-octavo	In-16
Couronne.......	37×47	23,5×37	18,5×23,5	12×18,5	9 ×12
Coquille........	44×56	28 ×44	22 ×28	14×22	11 ×14
Carré...........	45×56	28 ×45	22,5×28	14×22,5	11,25×14
Raisin..........	50×65	32,5×50	25 ×32,5	16×25	12,5 ×16
Jésus...........	56×76	38 ×56	28 ×38	19×28	14 ×19
Colombier (affiches).........	60×80	40 ×60	30 ×40	20×30	15 ×20

Fig. 11. — Formats de papier.

CHAPITRE II

STÉRÉOTYPIE

201 — Historique de la stéréotypie

Les origines de la stéréotypie remontent à 1725, époque à laquelle Gabriel Valleyre obtint des clichés en coulant du cuivre dans un moule en argile.

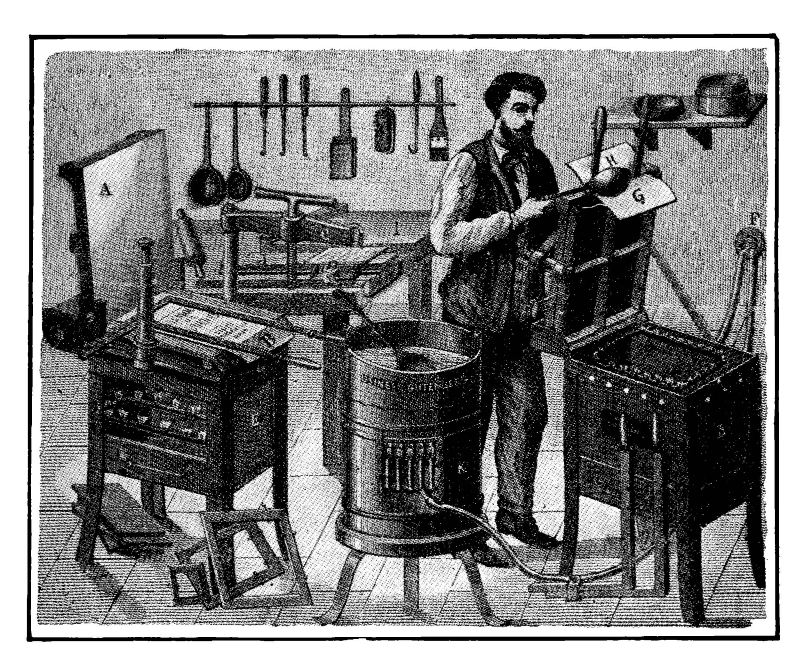


Fig. 12. — Ancien atelier de stéréotypie.

Cette méthode ne connut d'ailleurs qu'un médiocre succès. Il fallut attendre 1846 pour que la stéréotypie prit une grande extension grâce au moulage au papier et au cliché plomb. Ce fut à Claude Genoud, ouvrier compositeur de l'imprimerie Rusand de Lyon (fig. 12), que revint l'honneur de cette mise au point.

Dans ces dernières années, on a assisté d'abord aux essais puis à l'application industrielle de nouveaux matériaux en matières plastiques diverses.

Mais actuellement, le stéréo plomb conserve encore la faveur des imprimeurs.

202 — But

La stéréotypie permet d'obtenir par moulage, des répliques métalliques (plomb-antimoine-étain) des différentes compositions typographiques et clichés types.

L'imprimeur peut donc avoir rapidement à sa disposition de multiples clichés qui lui permettront de tirer simultanément un grand nombre d'exemplaires d'un même imprimé. Autre avantage, l'original, ne servant pas à l'impression, peut être distribué pour d'autres travaux ou s'il doit resservir, être conservé sans usure pour de nouvelles prises d'empreintes...

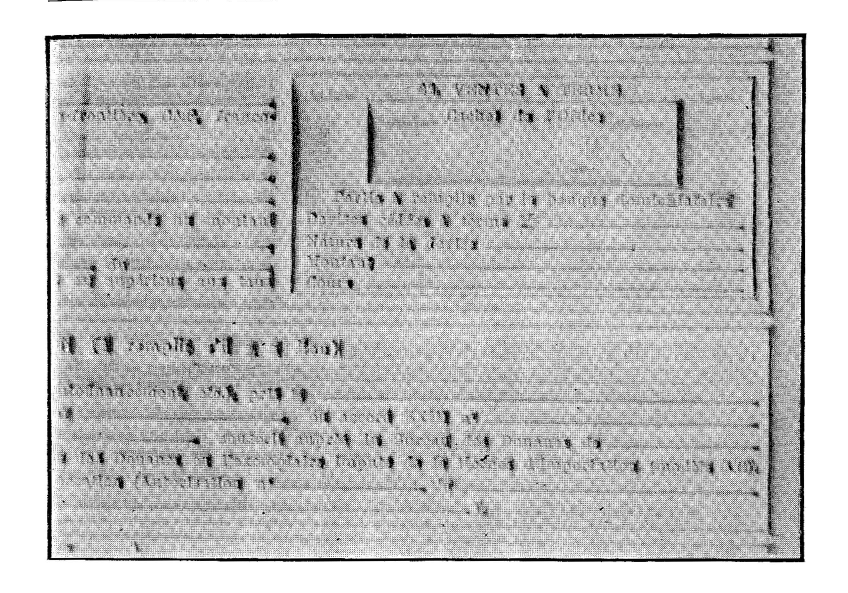
La plupart des tirages moyens et importants se font maintenant sur stéréotypes de même que l'impression de tous les quotidiens.

203 — Principe de la fabrication du stéréotype

On prend un moulage de l'original sur une feuille d'un carton spécial appelé « flan ». Puis, on coule, dans un moule approprié, un alliage à base de plomb sur l'empreinte en carton. Après refroidissement, on démoule. Le cliché brut fait ensuite l'objet d'opérations de terminaison pour le rendre apte à l'impression.

La fabrication d'un stéréotype comporte ainsi trois phases principales (fig. 13 et 13 *bis*) :

1° Le moulage;
2° La fonte;
3° La terminaison.



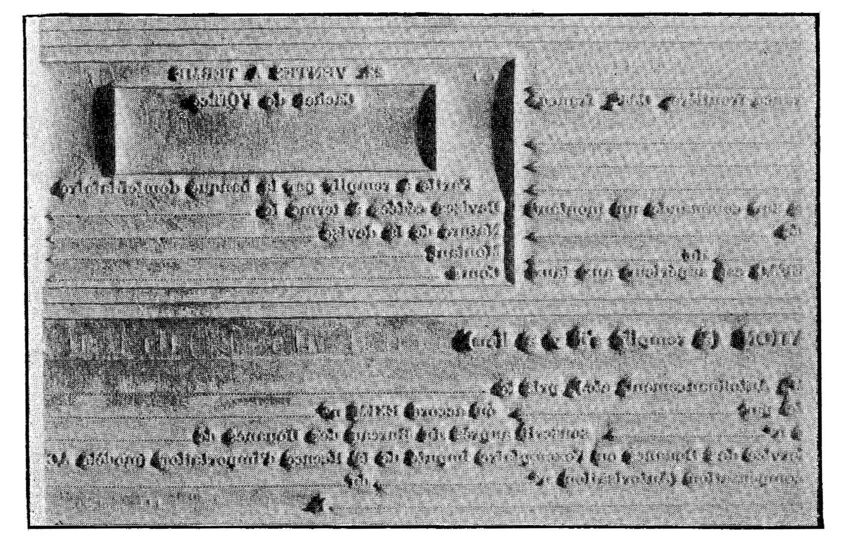


Fig. 13 et 13 *bis.* — Empreinte et stéréo vus en lumière rasante.

MOULAGE

204 — Moulages stéréotypiques

Par l'opération du moulage, on obtient l'empreinte qui est la contre-partie en creux de la forme typographique en relief.

Quelle que soit la méthode de moulage employée, il faut, en premier lieu, procéder à la préparation des originaux, c'est-à-dire à l'imposition de la « forme ».

205 — Imposition

Avant le moulage, les originaux sont serrés dans un châssis en acier pour constituer ce que l'on appelle « une forme ». Pour cela, on entoure l'original (texte et clichés) de garnitures métalliques et le tout est maintenu à l'aide d'un système de serrage approprié.

Pour imposer dans de bonnes conditions, se conformer aux prescriptions suivantes :

Grouper dans le même châssis (lorsque cela est possible) le maximum d'originaux de façon à effectuer le minimum de moulages.

Il faut évidemment tenir compte des possibilités du matériel (surfaces de la presse et du moule à fondre) et du nombre de fontes exigées pour chaque type. Le groupage doit être fait de telle façon que le nombre des fontes soit à peu près identique pour un même moulage.

Voici un exemple de groupage :

Une commande de « stéréos » porte sur 4 compositions typographiques. Pour la première, il faut 25 clichés; pour la deuxième, 20 clichés; pour la troisième 5 clichés; pour la quatrième, 2 clichés. Le format des compositions ne permet que l'imposition de deux originaux dans un même châssis. Il faut grouper d'une part les compositions demandant 25 et 20 fontes ensemble et d'autre part celles qui demandent 2 et 5 fontes. Nous aurons donc deux

empreintes, l'une allant à 25 fontes et l'autre à 5 fontes; par conséquent, le travail sera exécuté en 30 coulées.

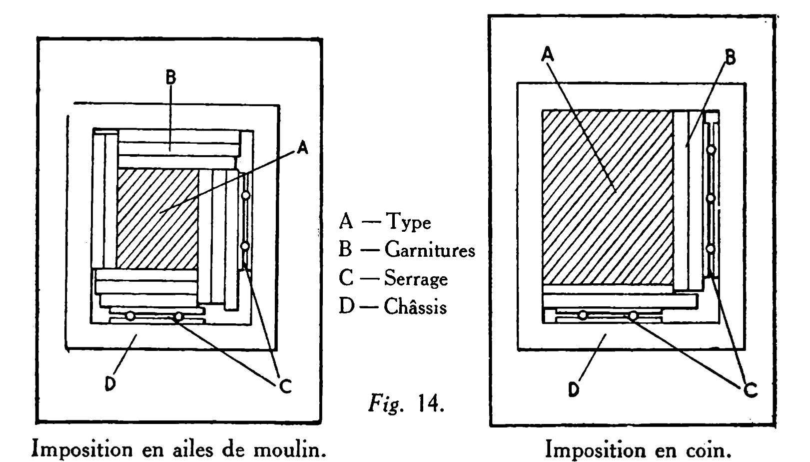
Si le groupage était mal fait, par exemple : un modèle 25 fontes imposé avec le modèle 5 fontes et celui à 20 fontes groupé avec celui à 2 fontes, nous aurions également deux empreintes, mais l'une irait à 25 fontes et l'autre à 20 fontes. Il nous faudrait alors 45 coulées pour exécuter le travail au lieu de 30 comme précédemment. Le groupage a donc une grande importance. S'il est fait judicieusement, il permet d'accélérer beaucoup le travail.

Tous les originaux doivent être rigoureusement de même hauteur, soit 23,56 mm qui est la hauteur typographique. Les garnitures métalliques servant à l'imposition doivent être de la même hauteur que les originaux; on peut cependant tolérer qu'elles soient légèrement plus basses (au maximum 1/10 mm).

Des garnitures trop hautes provoqueraient un « manque d'œil » dans l'empreinte, et un « renversement » à la fonte.

Le côté des garnitures mitoyen aux textes ou gravures doit être biseauté à sa partie supérieure de façon à bien dégager l'encadrement des originaux.

Les garnitures constituent autour des originaux un cadre de soutien pour les opérations ultérieures. Elles sont placées de telle



Imposition en ailes de moulin. *Fig.* 14. Imposition en coin.

manière qu'elles ne puissent gêner le bon serrage de la forme. On peut imposer en « ailes de moulin » mais généralement, seule l'imposition en « coin » permet le remplissage complet du châssis (fig. 14).

Ces formes étant destinées à être mises sous une presse chauffante, il faut monter sur semelles de plomb, au moment de l'imposition, les clichés types montés sur semelles de bois.

Il est évident que le bois, subissant des déformations du fait de la chaleur et résistant mal à la pression, est à écarter chaque fois qu'il est possible de lui substituer un métal. S'il y a des bois gravés, le moulage sera fait d'une façon spéciale étudiée plus loin.

Pour terminer l'imposition, la forme sera « taquée » avec précaution et serrée progressivement pour ne pas déformer la composition. Le serrage doit être modéré mais suffisant pour maintenir solidement l'ensemble. On soulève légèrement la forme d'une main, et de l'autre on appuie pour vérifier que tout tient.

Dès l'imposition, veiller à la propreté des textes ou gravures. Bien vérifier qu'il n'y ait aucune détérioration (œil bouché, lettres tombées, etc...). On peut même tirer une épreuve au taquoir et relire en cas de doute.

S'il s'agit de clichés de photogravure seulement, il est inutile d'imposer dans un châssis. On cloue simplement les originaux sur semelle plomb largement débordante. On cloue également le cadre de soutien autour des clichés. Ce cadre est constitué par des lamelles de plomb ou de zinc de même épaisseur que les clichés de photogravure.

L'imposition terminée, la forme est transportée sur le plateau de la presse ou sur un « marbre à mouler ».

206 — Flans

Un flan est une feuille de cellulose plastique, servant à la prise des empreintes stéréotypiques. Un flan de bonne qualité doit avoir une grande résistance à la chaleur et une bonne plasticité pour pénétrer sans pression exagérée dans les détails les plus fins des originaux.

Autrefois, le clicheur fabriquait lui-même ses flans. Cette méthode a été conservée dans quelques rares clicheries.

On fabrique un flan de la manière suivante : faire une pâte bien homogène en délayant avec de l'eau une poudre composée d'un mélange de kaolin, de blanc d'Espagne et de dextrine en proportions égales.

La pâte doit être tamisée et exempte de grumeaux. On peut y ajouter quelques centimètres cubes d'un désinfectant (lysol, crésyl) afin d'empêcher la moisissure rapide des flans. Les feuilles de papier seront collées les unes aux autres dans l'ordre suivant :

— 1 feuille de buvard fort,
— 2 feuilles buvard mince,
— 3 à 5 feuilles de papier de soie très résistant.

Encoller les feuilles sur un marbre propre, à l'aide d'un pinceau large, appelé « queue de morue » (fig. 15). Ne pas

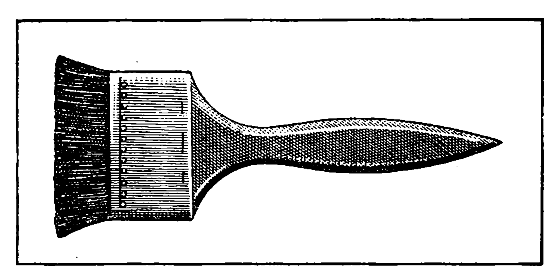


Fig. 15. — Pinceau queue de morue pour la fabrication des flans humides.

plisser les feuilles et ne pas encoller la dernière feuille de soie qui doit constituer l'œil du flan. Il existe beaucoup d'autres formules de pâte à flans. Elles ne présentent plus qu'un intérêt documentaire puisqu'on trouve actuellement dans le commerce, des flans tout préparés.

Les flans constitués par la superposition de feuilles de papier sont appelés « flans à la main » et servent principalement au moulage à la brosse.

Il existe une deuxième catégorie de flans dits « mécaniques » ou improprement « secs » qui servent uniquement au moulage mécanique. Ils se présentent sous l'aspect de cartons d'une épaisseur de 6 à 8/10 de mm.

Certains de ces flans sont couchés pour donner une plus grande finesse de reproduction des similigravures (fig. 16).

Flans mécaniques ou flans à la main sont entreposés avant usage, en piles, œil contre œil, entre des blanchets humides, le tout recouvert d'une plaque de zinc lestée d'un bloc. Les flans mécaniques peuvent être, de plus, mouillés directement au dos. On peut encore interposer des feuilles humides entre chaque paire de flans. On peut également entreposer ces flans dans un « humidificateur », récipient spécial maintenu à une certaine humidité constante.

Dans les quotidiens, les moulages se font avec des flans peu humidifiés. On se contente alors de les entreposer dans des caves.

Quelle que soit la méthode d'humidification employée, il faut préparer les flans d'avance, avoir en réserve des flans mouillés qui s'imprègnent régulièrement et sont d'une bonne plasticité. L'importance de cette réserve varie suivant le débit d'utilisation. Une bonne méthode consiste à préparer 2 piles de flans; dès que l'une est épuisée, on la renouvelle avant d'attaquer la seconde.

207 — Moulage a la brosse

La forme imposée et vérifiée est déposée sur le marbre à mouler attenant à la presse chauffante. Desserrer, taquer puis resserrer la forme modérément pour ne pas contrarier la dilatation du métal au moment du séchage de l'empreinte. Après nettoyage à l'essence et graissage de l'œil à l'aide d'une brosse légèrement huilée, on procède au *garnissage* de la forme.

Le garnissage limite la pénétration du flan dans les blancs de la composition. Sans cette précaution, il aurait tendance à se déchirer à la frappe. On garnit avec des morceaux de papier

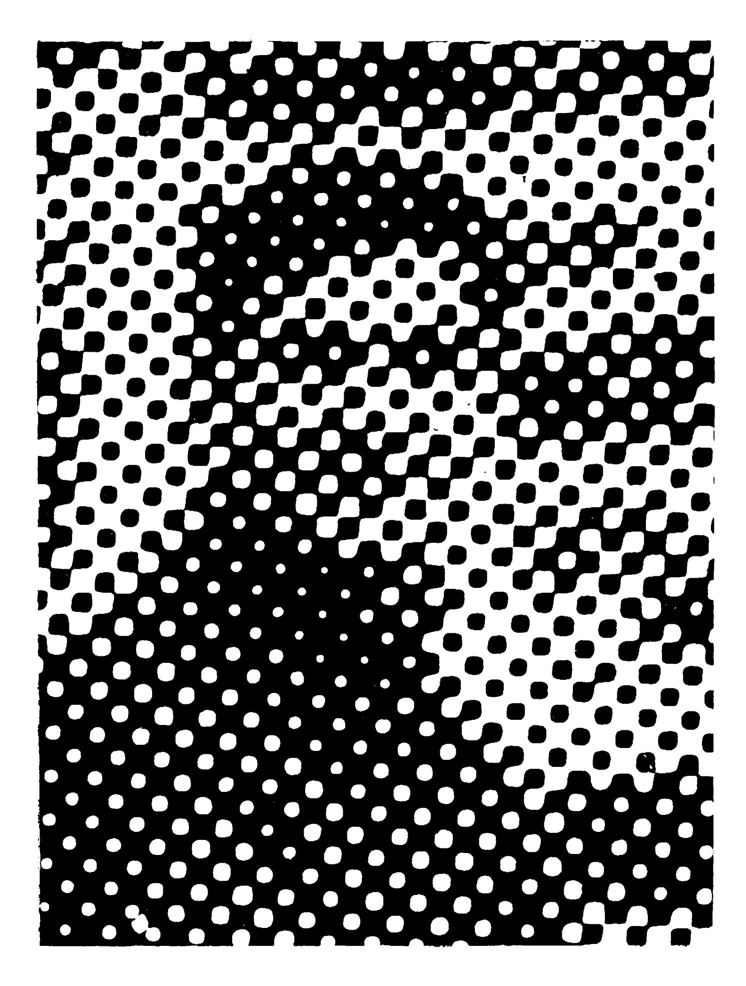


Fig. 16.

Détail très agrandi d'une similigravure. Il montre la « traduction typographique » fournie par la trame.

Vue à quelques mètres de distance, la figure de ce personnage semble réellement modelée.

laine ou de vieilles interlignes. Le papier laine ne transmet pas la chaleur. S'il y a de grands blancs, le plomb est préférable car le séchage sera plus rapide.

Après garnissage, on pose le flan, côté œil sur la forme pour qu'il déborde largement la composition (de 4 à 5 cm au moins). Frapper ensuite bien à plat avec la brosse à mouler. Cette brosse de soie dure est munie d'un long manche. Sa surface doit être maintenue plane et propre. Pour la nettoyer, mouiller un marbre et y poser la brosse dont les poils se mouillent ainsi à leur extrémité. Après quoi, on gratte la boue de papier qui a été assouplie par l'humidité. Le planage de la brosse se fait en brûlant ses poils sur une tôle plane chauffée ou sur une capsule de doublage, par exemple (fig. 17).

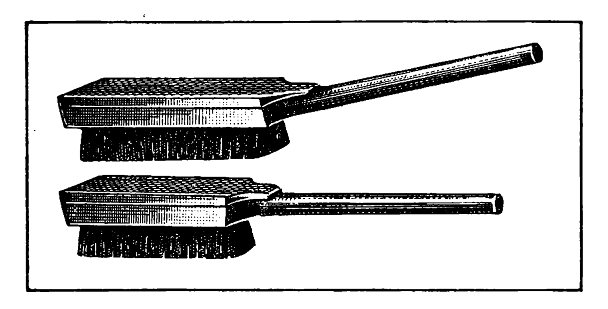


Fig. 17. — Brosses à mouler.

La frappe doit être exécutée légèrement et régulièrement en soulevant la brosse chaque fois au plus d'une vingtaine de centimètres (fig. 18).

Pour vérifier l'état du moulage, lever de temps en temps un coin du flan. Une bonne empreinte doit avoir *un œil et des blancs moyens.*

Dès que la pénétration est estimée suffisante, terminer par un coup de taquoir. Celui-ci doit être léger s'il s'agit de réglures. Renforcer l'empreinte en collant une garde de papier buvard fort au dos du flan.

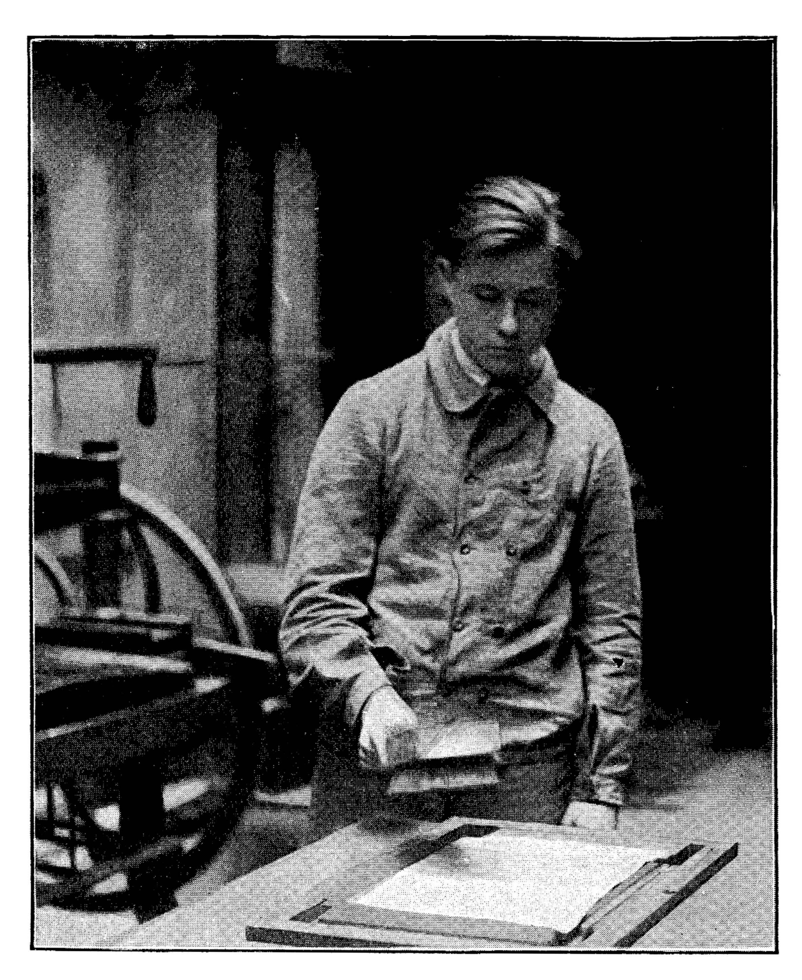


Fig. 18. — Moulage à la brosse.

Avant de coller la feuille de garde, il est préférable de remplir les blancs de l'empreinte avec de la poudre à flans. Ceci évitera le garnissage ultérieur de ces blancs au moment de la fonte.

Etendre la poudre puis égaliser au moyen d'une petite réglette en bois.

L'empreinte est recouverte d'un ou de deux blanchets de coton ou de feutre épais et la forme est glissée sous la presse chauffante. Le séchage dure de 15 à 20 minutes suivant la grandeur de la forme. La température ne doit pas dépasser 120-140°. Ne pas oublier qu'une composition typographique fond à 280° environ. Apprécier la température du marbre en y laissant tomber une goutte d'eau.

Le serrage de la presse s'effectue, dans la plupart des cas au moyen d'un volant, actionné à la main, qui commande la montée ou la descente de la platine supérieure. Ne pas serrer trop violemment. Ce serrage doit même rester léger lorsqu'il s'agit de compositions fragiles.

Il est inutile de chercher à obtenir une empreinte présentant un œil et des blancs aussi accentués que ceux du caractère typographique. L'existence d'une telle empreinte serait brève, 1 ou 2 fontes seulement, tandis qu'une empreinte de pénétration moyenne subit une bonne vingtaine de fontes tout en donnant un excellent résultat d'impression.

Quelques ouvriers opèrent différemment pour le moulage à la brosse. Avant la frappe, ils tendent une satinette humide sur le flan et l'enlèvent au moment de coller la feuille de garde. Cette satinette amortit la pénétration du flan et permet de mouler sans avoir besoin de garnir aussi complètement les blancs de la forme. De plus, la satinette a l'avantage d'éviter l'usure irrégulière du dos du flan par la brosse. Cette usure du flan se traduirait à la fonte, par une hauteur irrégulière de l'œil, un « vallonnement » de la surface imprimante.

L'empreinte sèche se présente sous l'aspect d'un carton dur, l'œil doit présenter toutes les finesses de l'original. Tous les flans ont le défaut d'avoir un retrait sensible au moment du séchage, ce qui rend difficile sinon impossible les tirages en couleurs par ce procédé.

Lorsqu'on moule des bois gravés, il ne faut pas glisser la forme sous la presse chauffante. Le flan est mis seul à sécher sur du

sable chaud. On évite ainsi la détérioration des originaux en bois par la chaleur.

208 — Moulage mécanique

La forme imposée et vérifiée est déposée sur la desserte devant la presse (fig. 19). De même que pour le moulage à la brosse,

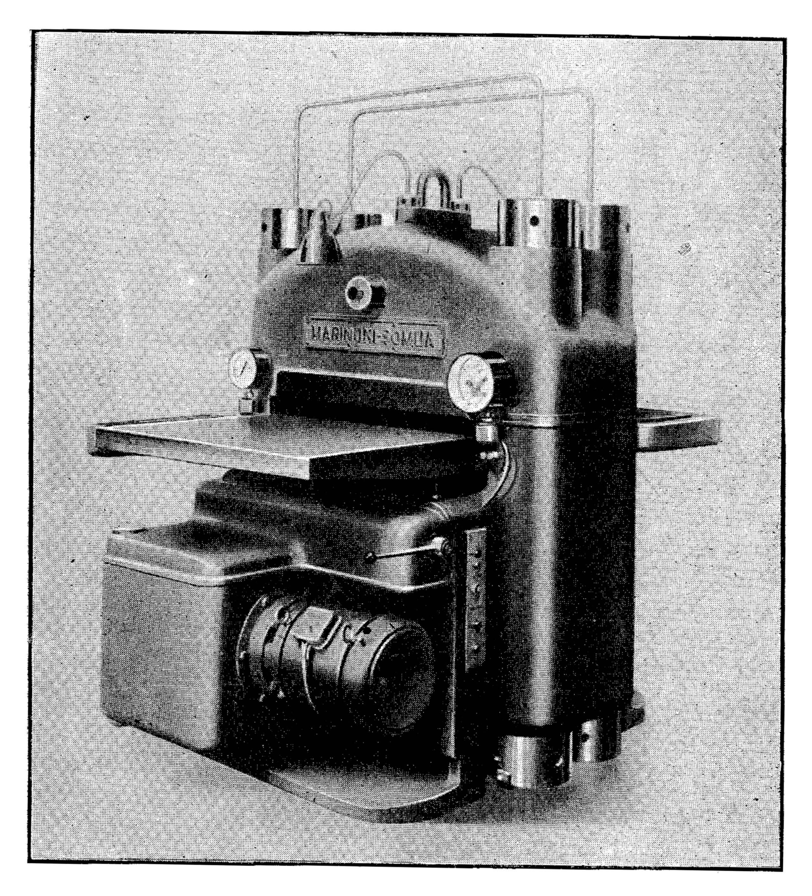


Fig. 19. — Presse à empreinte hydraulique *(Marinoni Somua).*

elle est taquée, nettoyée, graissée légèrement et révisée une dernière fois. Par contre le garnissage des blancs devient inutile.

Poser le flan sur la forme, recouvrir d'un habillage et glisser sous presse (fig. 20). La pression est très variable suivant les

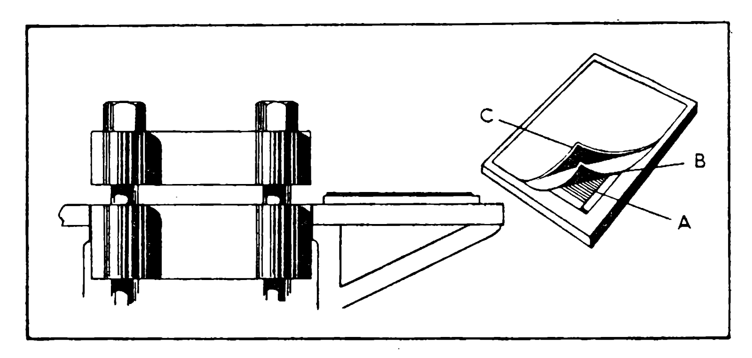


Fig. 20. — Moulage mécanique (Presse à platine inférieure chauffante).

A : Type *(composition typographique)*. — B : Flan. — C : Habillage *(blanchets)*

dimensions, la nature de la forme et la plasticité du flan. Elle est en moyenne de 25 à 150 kgs par cm². (Pour le calcul des pressions, se reporter au chap. X, § 442.) La presse est chauffée aux environs de 120° et le séchage dure environ 15 minutes. Dans les journaux cependant, il ne dépasse pas 1 à 4 minutes, le moulage étant effectué avec des flans à peu près secs et les empreintes séchées à part dans un séchoir rotatif puissamment chauffé.

Le séchage à part de l'empreinte a deux gros inconvénients : il diminue la netteté de l'œil et il accentue le retrait du flan. Par contre, il accélère le débit de la presse.

Pour les travaux de « labeur », il est préférable de faire le séchage en pression, plus lent peut-être, mais qui donne de meilleurs résultats. Laisser quelques instants en pression maxima, puis diminuer légèrement cette pression pour terminer le séchage. En effet, dès que la composition atteint la température de la presse,

les caractères typographiques deviennent plus fragiles et une pression exagérée les écraserait complètement.

On appelle « habillage » le matelas élastique que l'on pose sur le flan au moment du moulage; son rôle est primordial. C'est en effet l'habillage qui détermine la qualité des blancs de l'empreinte. Un habillage dur donne des blancs plats et tend à fatiguer le caractère. Un habillage trop mou donnerait des blancs trop accentués. L'empreinte serait fragile et sujette aux renversements.

Dans la généralité des cas, un bon habillage peut être constitué de la façon suivante :

— 2 feuilles de papier buvard;
— 2 feuilles de papier laine;
— 1 blanchet mou.

L'ouvrier fait varier l'habillage suivant la nature de la forme, le résultat recherché et le degré de plasticité du flan. Dans les journaux, il est simplement constitué par deux blanchets-feutre.

Vérifier que les blanchets et les papiers servant à la constitution des habillages soient toujours propres et secs. Si les blanchets durcissent, les lessiver pour qu'ils retrouvent leur souplesse. Le papier laine également trempé et mis à sécher, peut resservir plusieurs fois.

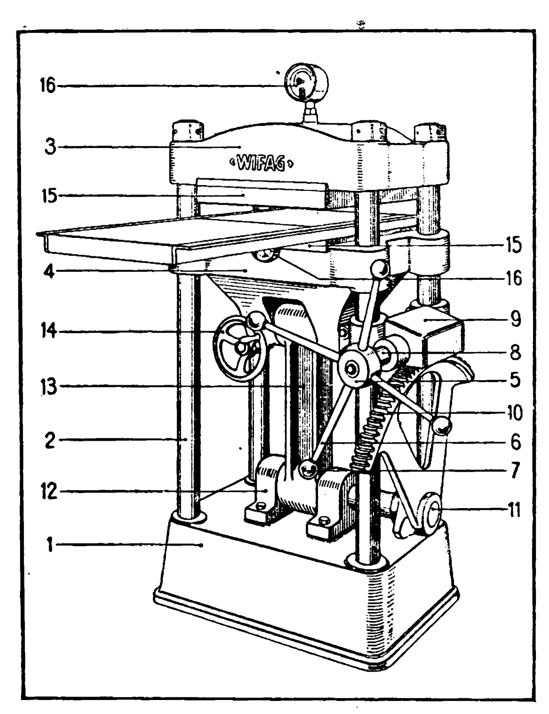
Avant moulage, on renforce les empreintes en collant une feuille de garde sur le flan mécanique mais seulement sur les empreintes à plat. En effet, les empreintes cylindriques doivent conserver toute leur souplesse pour épouser plus facilement la forme du moule à fondre.

Malgré l'habileté de l'ouvrier, le moulage mécanique fatigue les caractères typographiques et les rend inutilisables au bout d'un certain nombre de prises d'empreintes. Mais sa rapidité est telle qu'il a détrôné le moulage à la brosse dans toutes les grandes imprimeries. Ne pas oublier cependant que chaque fois qu'une composition typographique doit être préservée, il est préférable de recourir au moulage à la brosse. Dans les deux méthodes, l'état de fraîcheur, d'humidité du flan joue un rôle prépondérant quant à la sauvegarde du caractère. Un flan sec et dur écrase inévitablement les caractères.

Les empreintes obtenues par moulage mécanique ont une très grande résistance à la fonte. Elles peuvent servir à la confection d'une trentaine de clichés en moyenne. Quelques-unes peuvent aller à la soixantaine.

Le moulage mécanique se fait le plus souvent sur presse hydraulique.

Il existe cependant de nombreuses presses mécaniques, en particulier celles du type Winkler ou Wifag (fig. 21), dans lesquelles la pression est obtenue par un système d'embiellage.



1. Socle.
2. Colonnes.
3. Tête de pression.
4. Plaque inférieure.
5. Roue.
6. Rais.
7. Boules.
8. Arbre à vis sans fin.
9. Protection.
10. Segment à vis sans fin.
11. Axe excentrique.
12. Paliers.
13. Bielle.
14. Volant.
15. Plaques d'acier.
16. Pyromètre-thermostat.

Fig. 21. — Presse mécanique *(Wifag)*.

Etant donné que ces presses mécaniques ont une course rigoureusement fixe et non réglable, il faut apporter un soin

particulier à l'habillage, qui doit avoir une épaisseur bien déterminée, compte tenu de l'épaisseur du flan.

Par contre, la presse hydraulique s'arrête automatiquement dès que la pression désirée est atteinte.

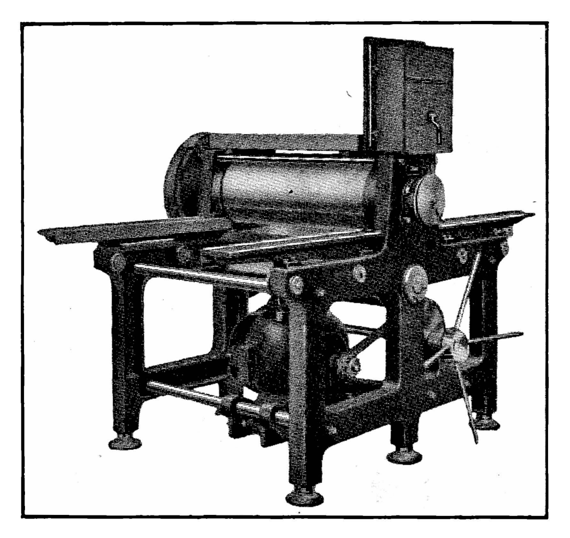


Fig. 22. — Calandre.

Citons encore pour mémoire, les « calandres » (fig. 22), dans lesquelles la pression s'exerce à la façon d'un laminoir entre un cylindre et un marbre. Le même soin doit être apporté à la hauteur d'habillage, compte tenu de l'épaisseur du flan.

CHAPITRE III

FONTE

221 — Fonte des stéréotypes

La fonte est l'opération qui permet d'obtenir la contre-partie métallique en relief de l'empreinte en carton. Cette contre-partie appelée stéréo est en tous points semblables au type qui a servi au moulage. Avant de passer à l'étude de la fonte, nous traiterons de la composition des alliages de stéréotypie.

222 — Alliages de stéréotypie

L'alliage type pour la fonte des clichés serait ainsi constitué : 80 % de plomb, 14 % d'antimoine, 6 % d'étain.

Cette composition varie suivant les ateliers dans des limites étroites. Des soucis d'ordre pécuniaire font souvent diminuer sensiblement la teneur en étain. La formule précédente devient alors : plomb 84 %, antimoine 14 %, étain 2 %.

Dans les journaux, on adopte la composition normalisée suivante : 85 % de plomb, 12,50 % d'antimoine et 2,50 % d'étain.

La présence de l'antimoine dans cet alliage donne une résistance plus grande à l'impression. L'étain assure une bonne liaison entre les deux éléments plomb-antimoine et une bonne fluidité de l'alliage (se reporter au chapitre XIII : Les alliages).

L'alliage fond aux environs de 270° C. Les chaudières sont chauffées au mazout, au gaz ou électriquement et dans quelques cas au charbon. Souvent elles sont munies d'un thermostat c'est-à-dire d'un réglage automatique de température. Le pyromètre

et la canne pyrométrique sont également employés pour évaluer les températures d'alliages.

Citons encore l'ancien procédé empirique qui peut rendre encore des services : tremper un papier blanc quelques secondes dans l'alliage en fusion. Il doit en sortir jaune paille. S'il est noir ou s'il prend feu, la matière est trop chaude. Au contraire, s'il reste blanc, la température est insuffisante pour effectuer la fonte.

L'alliage doit être écumé à 340-350° C, après avoir été longuement brassé. Sans cette précaution, une bonne partie de l'antimoine risquerait de partir avec les crasses. D'ailleurs si l'on veut conserver à l'alliage sa composition primitive, il faut recharger avec un mélange neuf plus fort en antimoine et en étain. Par exemple, l'alliage des journaux : 85 % plomb, 12,5 % antimoine et 2,5 % d'étain est conservé à sa teneur par une recharge en mélange neuf de 82 % plomb, 13 % antimoine et 5 % d'étain.

Les alliages de stéréotypie ont un ennemi mortel : le zinc. La présence du zinc, même en quantité infime, se caractérise par une multitude de petits trous, appelés « soufflures » ou encore « grésillage » à la surface du stéréotype ou du caractère d'imprimerie.

Le cuivre en infime quantité, n'est pas à proprement parler un ennemi. Mais en notable proportion, il diminue la fluidité et occasionne de grosses pertes de métal lors de l'écumage, car il s'allie très facilement à l'étain en formant des petites aiguilles cristallines qui flottent en surface. La présence du nickel par contre n'est pas sensible, car il s'allie difficilement aux divers constituants.

Il est impossible de purifier un alliage contaminé par le zinc. Il faut vérifier que les vieux stéréos servant à la recharge ne contiennent ni zinc, ni cuivre. Interdire le travail du zinc aux machines-outils si l'on ne prend pas la précaution d'en récupérer immédiatement les copeaux.

223 — Analyse des alliages d'imprimerie

Il est nécessaire de conserver aux alliages leur titre primitif si l'on veut obtenir une qualité régulière dans l'exécution des travaux. On peut se rendre compte grossièrement de la compo-

sition approximative d'un alliage par différents procédés, aspect de la cassure d'une baguette d'alliage, pesée d'un volume déterminé, résistance à la flexion, etc.

L'analyse d'un alliage est une opération qui doit être pratiquée par des chimistes professionnels. Un clicheur-galvanotypeur ne sera jamais appelé à effectuer lui-même ce travail, mais il est utile qu'il sache comment se fait le titrage approché par un procédé rapide.

Cette méthode a été reportée au chapitre XIII, paragraphe 632.

224 — Fonte des clichés

224 *a* — **Garnissage**

Avant la fonte, on renforce les blancs de l'empreinte par un garnissage. On colle dans les blancs, au dos de l'empreinte, du papier laine ou des morceaux de vieilles empreintes. Pour un travail important, on prépare à l'avance des bandes de papier laine de différentes largeurs que l'on colle à l'aide de pâte à flan ou de dextrine. Le garnissage doit être éloigné d'au moins douze points des textes ou gravures. Son épaisseur ne doit pas dépasser la hauteur de « l'œil ».

Dans les grands blancs, on peut doubler le garnissage. Dans ce cas, réduire de moitié la surface de la deuxième feuille de papier laine.

Un garnissage trop épais, trop près de l'œil ou l'absence totale de garnissage provoquerait, à la fonte, des déformations appelées « *renversements* ».

Après talcage, l'empreinte est mise dans un séchoir ou placée au-dessus de l'alliage en fusion pour l'amener à une température aussi voisine que possible de celle de l'alliage.

224 *b* — **Préparation du moule**

Il est bon de coller une feuille d'un papier fort sur la platine supérieure du moule à fondre, au moyen d'une colle résistant bien à la chaleur. Certaines colles à la caséine employées à la fabrication des hélices en bois pour avion conviennent tout particulièrement. La « colle en poudre pour papier peint » convient

également; on l'emploie quelquefois mélangée à de l'ail pilé. La feuille du moule sera collée soigneusement, sans pli, et bien talquée. On la laissera bien sécher avant de commencer la fonte. Elle a pour but d'éviter un refroidissement rapide de l'alliage au moment de la coulée en supprimant tout contact avec la platine en fonte du moule.

Avant de commencer la fonte, amener l'alliage à la température d'environ 300° C. Chauffer le moule à fondre en y coulant deux ou trois blocs. On peut également réchauffer le moule, à l'avance, au moyen d'un système approprié (rampe à gaz, résistance électrique, etc...). Mais la réchauffe au moyen de blocs est toujours préférable car elle assure une température régulière et suffisante.

Les trois conditions essentielles d'un bon travail étant réunies, c'est-à-dire alliage à température convenable, empreintes bien sèches et réchauffées, moule à fondre à bonne température, on peut commencer la fonte.

Ouvrir le moule après l'avoir mis horizontalement. Y introduire l'empreinte sur les marges de laquelle on place les équerres. Disposer d'autre part une garde en papier sur le bord de l'empreinte tournée vers l'orifice du moule afin de diriger la coulée et d'empêcher le métal de passer derrière l'empreinte. Cette mise en place doit être faite rapidement. Fermer ensuite le moule, le ramener en position verticale de fonte et placer à l'orifice de coulée deux coins en fonte destinés à former un « jet » important qui augmente la pression dans le moule et donc la finesse de reproduction. En outre, les « crasses » de l'alliage y remontent (fig. 23).

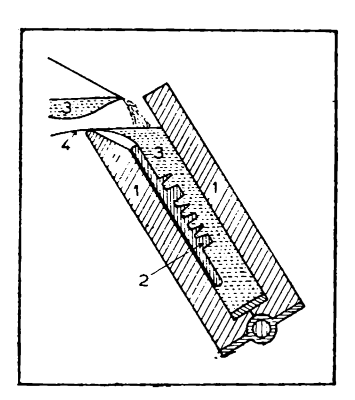


Fig. 23. — Placement de l'empreinte dans le moule.
1. Moule. — 2. Empreinte.
3. Métal. — 4. Feuille de garde.

224 c — **Coulée**

Après avoir agité le métal de façon à bien mélanger l'alliage, on coule à l'aide du pochon (grande louche en fer munie d'un long manche) ou de l'araignée (poche de coulée à deux anses à manipuler par deux ouvriers), rapidement d'une seule coulée et en opérant un mouvement de va-et-vient le long de l'orifice du moule. Laisser

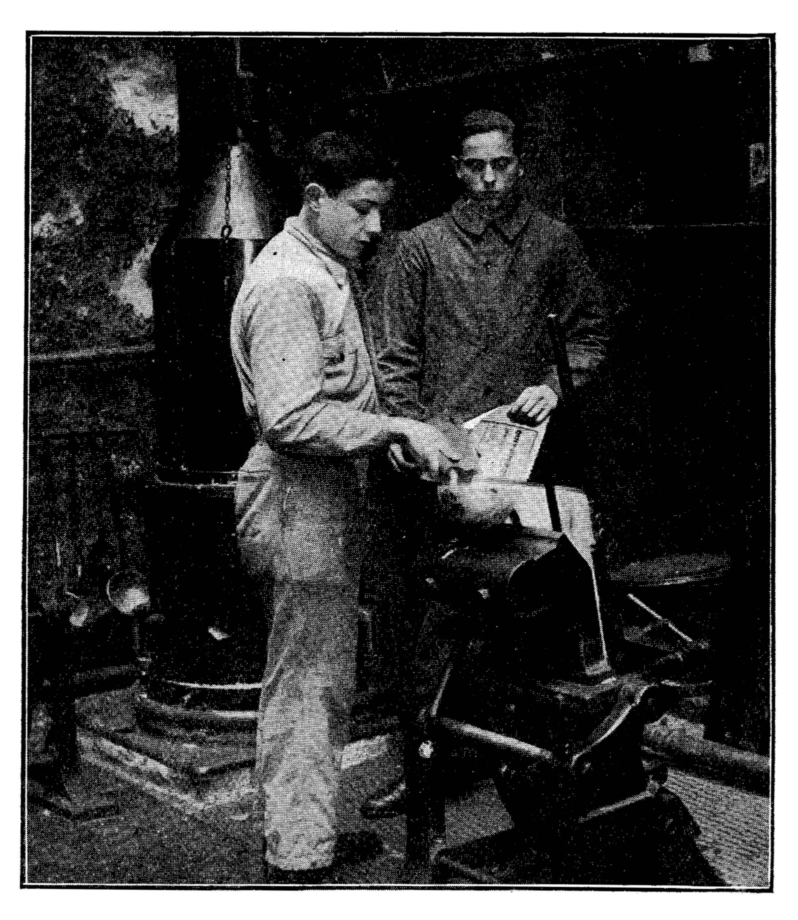


Fig. 24. — La fonte des clichés.

refroidir et démouler dès que le métal est figé, ce qui ne demande que quelques secondes pour les clichés de 9 à 10 points. Pour les clichés hauteur d'œil ou cylindriques, les moules peuvent être munis d'un système de refroidissement (circulation d'eau froide dans la platine supérieure) (fig. 24).

Un stéréo est bon lorsqu'il a un œil absolument net et qu'il représente fidèlement l'empreinte.

Un stéréo est dit *froid*, si, par suite d'une température insuffisante du métal, du moule ou le plus souvent de l'empreinte, l'œil présente des taches brillantes ou les finesses du texte ou de la gravure sont mal formées.

Un stéréo est *grésillé* lorsque l'œil est parsemé de petits trous ou « soufflures » provenant d'un alliage trop chaud, contenant du zinc ou d'une empreinte insuffisamment sèche.

La fonte doit être menée à une cadence accélérée si l'on veut obtenir de bons résultats. Tout ralentissement amènerait le refroidissement du moule ou des empreintes en provoquant la fonte de mauvais clichés. Prendre l'habitude de maintenir constamment les empreintes au chaud. Pendant la fonte elles doivent rester dans le moule ou au-dessus du métal en fusion.

Si l'empreinte doit servir à de nombreuses fontes, la talquer fréquemment.

Il y a deux manières de placer l'empreinte dans le moule à fondre. Dans la méthode habituelle, on pose l'empreinte sur la platine inférieure, l'œil tourné vers soi. Les équerres sont posées sur les marges de l'empreinte. Dans la fonte dite « à l'envers » pratiquée quelquefois pour les stéréos hauteur d'œil, on pose d'abord une feuille de carton talquée sur la platine inférieure du moule. Puis on dispose les équerres et on applique l'empreinte, l'œil en dessous, de façon à ce que les bords de l'empreinte reposent sur les équerres. Ceci évite d'avoir à retourner le stéréo pour décoller l'empreinte.

L'une ou l'autre de ces méthodes peut être appliquée suivant le genre de travail effectué. Elles présentent des avantages et des inconvénients sensiblement équivalents.

Pour fondre des stéréos de hauteur typographique (23,56 mm), on emploiera des équerres d'épaisseur correspondante. Mais cela immobilise une grande quantité d'alliage et la fonte est plus lente. Ces stéréos « hauteur d'œil » s'exécutent en particulier pour la « fonte avec des pièces ».

Si l'on doit procéder à des changements sous presse, il faut évider les régions qui doivent contenir du texte interchangeable en caractères mobiles. Le meilleur système est alors d'imposer la forme en plaçant des noyaux de fer de hauteur typographique aux emplacements à évider. Au moment de la fonte, on replacera ces noyaux sur l'empreinte et on coulera des stéréos « hauteur d'œil ». Après refroidissement, il suffira de chasser les noyaux pour obtenir le stéréo évidé. C'est ce que l'on appelle *fondre avec des pièces*.

224 *d* — **Incidents et remèdes**

Un incident qui se produit fréquemment à la fonte est le « renversement », déformation de l'empreinte qui occasionne des faiblesses sur l'œil du stéréo.

Un renversement provient le plus souvent d'une hauteur incorrecte des garnitures d'imposition lors du moulage. Il peut provenir aussi d'une empreinte séchée dans de mauvaises conditions, d'un garnissage incorrect (absent ou trop à vif) ou de la présence d'un corps étranger sous l'empreinte. On peut y remédier de plusieurs façons :

1° Si le renversement se trouve sur un bord, en retournant l'empreinte bout pour bout, ou en appliquant un « picot » en plomb de même épaisseur que les stéréos;

2° En usant au papier de verre le dos de l'empreinte ou le garnissage;

3° Si le renversement se trouve au milieu, humecter légèrement la région intéressée et faire sécher en maintenant une forte pression sur la déformation.

Si, au garnissage on constatait qu'une empreinte n'est pas sèche et a tendance à se déformer, la mettre dans le moule entre

deux feuilles de papier buvard ou de papier journal et couler un ou deux stéréos pour la sécher. La chaleur dégagée séchera l'empreinte et la pression exercée par l'alliage fera disparaître les déformations.

Au contraire, si on la faisait sécher complètement avant la fonte, l'empreinte se durcirait, les déformations s'accentueraient et ne disparaîtraient plus à la fonte.

Lorsque le décollage de l'empreinte s'avère difficile, on dit qu'elle « arrache ». Cela provient d'un métal trop chaud, d'une empreinte non talquée ou présentant des blancs ou un œil trop accentué ou encore de l'usure de l'empreinte après un grand nombre de fontes. Si la déchirure est légère, on répare en collant du papier de soie. Mais s'il reste à effectuer encore un grand nombre de fontes, il est préférable de refaire un moulage.

Se garder de recharger la chaudière avec des stéréos humides ou d'introduire brutalement le pochon froid dans l'alliage. En effet, l'eau, introduite dans le métal en fusion, se vaporise instantanément en provoquant des projections de plomb hors de la chaudière qui peuvent occasionner des brûlures graves. La prudence est de rigueur pendant les opérations de fonte, car la manutention d'un alliage porté à une température de plus de 300° C pourrait être cause d'accidents graves qui seront facilement évités si on ne se laisse pas distraire de son travail. A ce point de vue, le fondeur doit porter un tablier formé par exemple de vieux blanchets. Ne pas travailler les bras nus et porter des chaussures montantes et des guêtres.

224 *e* — **Epaisseur des stéréos**

L'épaisseur des stéréos varie de 9 à 12 points. Leur épaisseur normale est de 10 points, soit 3,76 mm.

L'épaisseur d'un stéréo, à sa sortie du moule, mesurée au comparateur paraît très irrégulière. Ceci provient d'une mauvaise hauteur des équerres, d'un mauvais serrage du moule, de l'usure du dos de l'empreinte, des irrégularités de refroidissement du métal lui-même. Notons encore qu'en dehors de toutes ces causes défectueuses, la seule différence de graisse des caractères suffit

à faire varier l'épaisseur du stéréo qui est plus épais dans les maigres et moins épais dans les gras. C'est pourquoi, il faut planer les clichés au dos. Mais ce travail complémentaire ne remédie qu'imparfaitement à ces différentes causes.

224 *f* — **Fonte cylindrique**

Pour obtenir des stéréos cylindriques, on place l'empreinte dans un moule de forme appropriée. Le matériel de fonte des clichés cylindriques a été mécanisé et perfectionné au maximum. Dans les quotidiens la moyenne de débit des fondeuses atteint trois stéréos à la minute alors que pour la fonte des stéréos plats de dix points, l'ouvrier ne peut dépasser 20 à 25 fontes à l'heure, c'est-à-dire 1 par trois minutes.

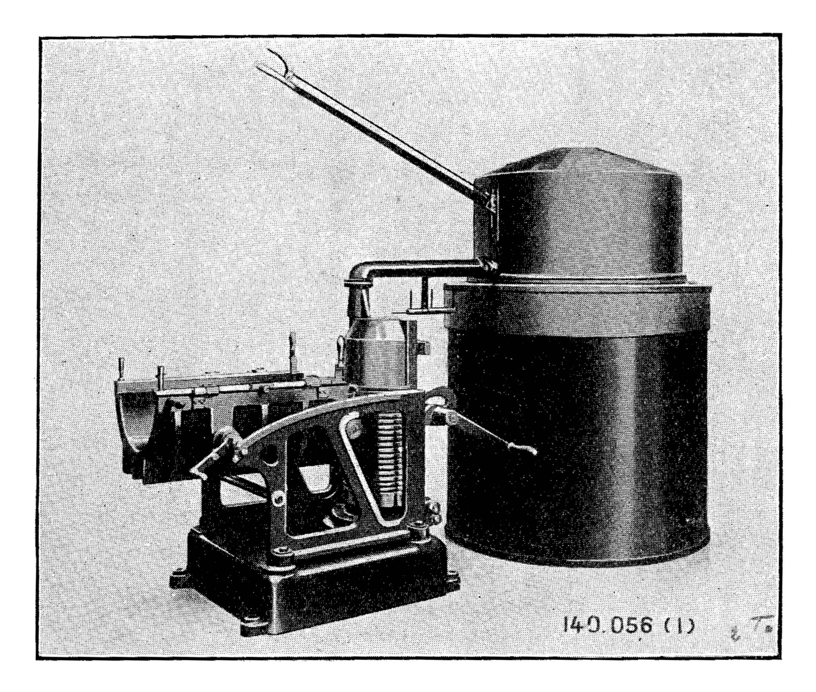


Fig. 25, — Moule cylindrique avec chaudière labeur *(Marinoni)*.

CHAPITRE IV

TERMINAISON DES STÉRÉOS

231 — Calibrage, échoppage et fraisage

231 *a* — **Stéréos plats**

Après-que le jet a été scié ou cassé, les stéréos sont débités à la scie à ruban. Dans la plupart des ateliers, des raboteuses ou biseauteuses mécaniques facilitent et accélèrent le travail, mais on rabote ou biseaute encore à la main (fig. 26, 27, 28).

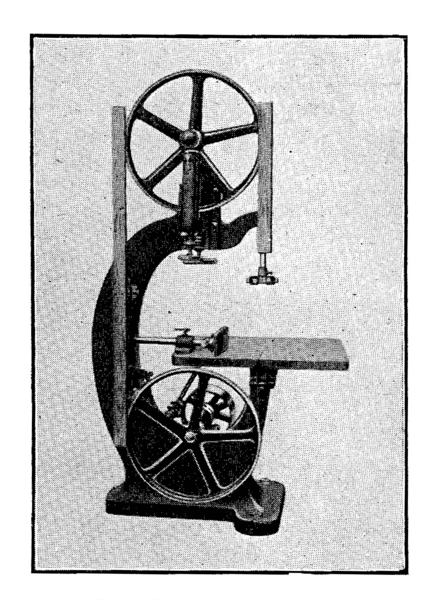


Fig. 26. — Scie à ruban.

En édition tous les stéréos sont calibrés au même format, à vif en tête, et biseautés sur les trois côtés. Par contre, il est inutile de biseauter les stéréos à monter sur bois s'ils ont des blancs permettant le clouage. Enlever éventuellement les bavures de la biseauteuse à l'aide d'un grattoir passé rapidement sur les bords.

Les régions susceptibles de maculer à l'impression sont approfondies par échoppage à la main à l'aide de gouges et de ciseaux. Si, comme c'est le

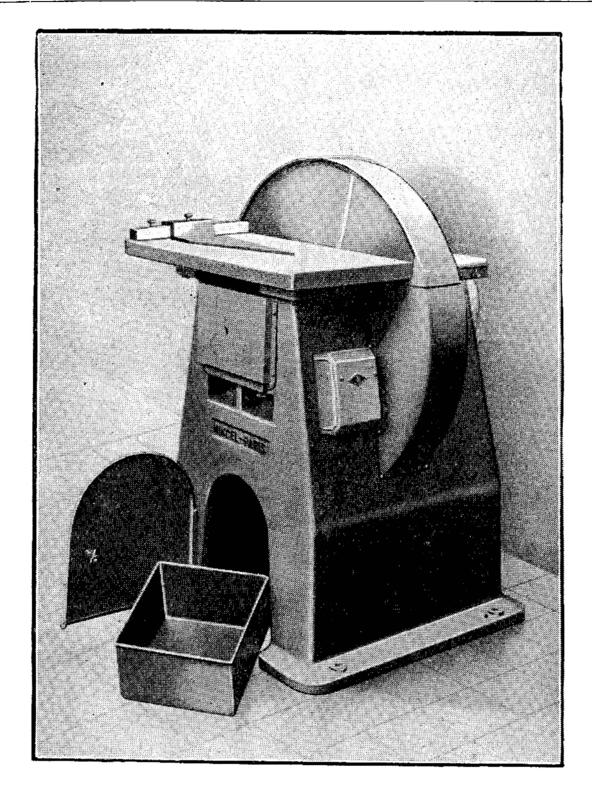


Fig. 27. — Rabot-disque.

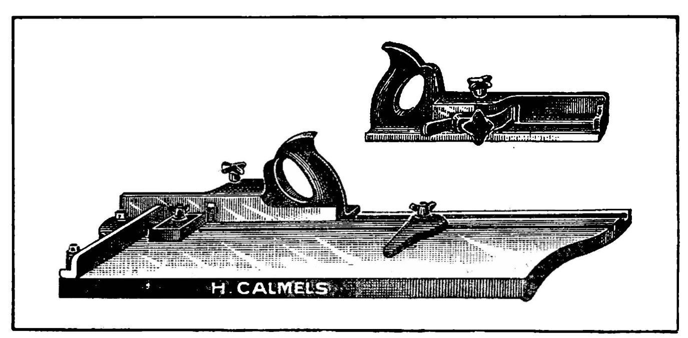


Fig. 28. — Biseautoir à main.

plus souvent le cas, on opère par fraisage mécanique (fig. 29), ne pas exagérer la profondeur du fraisage. Le but à atteindre est simplement de descendre suffisamment les blancs pour qu'ils ne puissent être touchés au tirage par les rouleaux encreurs et le papier. Un fraisage trop profond serait un travail inutile qui augmenterait la fragilité du cliché.

Pour terminer, on râpe légèrement le dessous des stéréos, mais il est préférable de planer mécaniquement pour régulariser l'épaisseur. Cette opération doit être faite avant biseautage et fraisage (fig. 30).

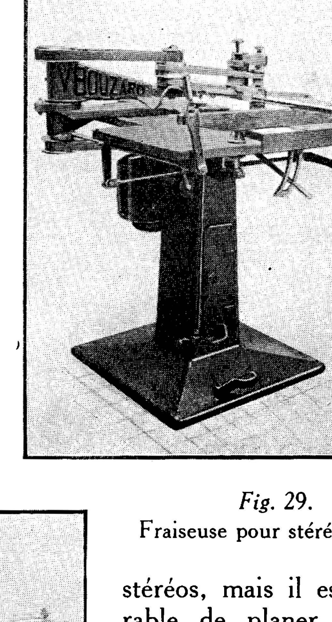


Fig. 29.
Fraiseuse pour stéréo à plat.

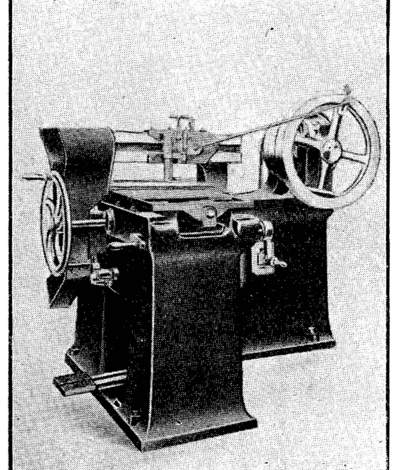


Fig. 30. — Planeuse à bras mobile.

Avant de livrer une commande de stéréos, on procède à une dernière vérification. La meilleure méthode consiste à vérifier soigneusement le premier stéréo de chaque modèle (lettres tombées à l'imposition, lettres trop hautes ou trop basses, lignes

retournées, etc.). On inspecte ensuite très rapidement les autres stéréos de la même série en portant son attention sur les accidents de fonte et de terminaison (stéréo froid, grésillé, œil détérioré par échoppage et fraisage).

Pour empaqueter les stéréos, on les empile œil contre œil en interposant du papier laine ou quelques feuilles de papier ordinaire. Chaque paquet portera une étiquette mentionnant les références du travail.

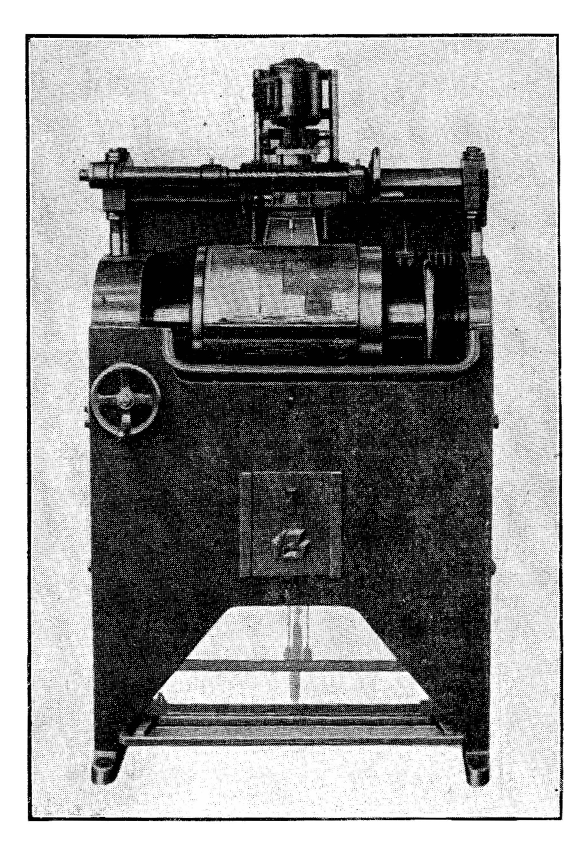


Fig. 31. — Fraiseuse à cylindriques.

231 *b* - **Stéréos cylindriques**

La terminaison des stéréos cylindriques est plus mécanisée que celle des clichés plats. Dans les quotidiens, elle est automatique. Dans les ateliers de labeur, les cylindriques sont débités et biseautés sur les côtés à l'aide d'un « coupoir ». Ils sont ensuite rectifiés dans un « compresseur », le fraisage s'effectue sur des machines appropriées (fig. 31, 32, 33).

En résumé, les opérations de calibrage et de fraisage ne présentent guère de difficultés. La vitesse d'exécution s'acquiert par l'accoutumance aux machines-outils.

Si pour le stéréo normal ne présentant aucun défaut,

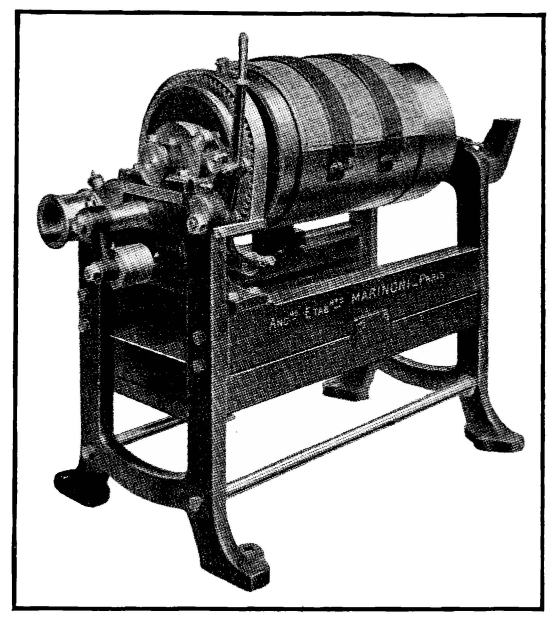


Fig. 32. — Coupoir à cylindriques (labeur).

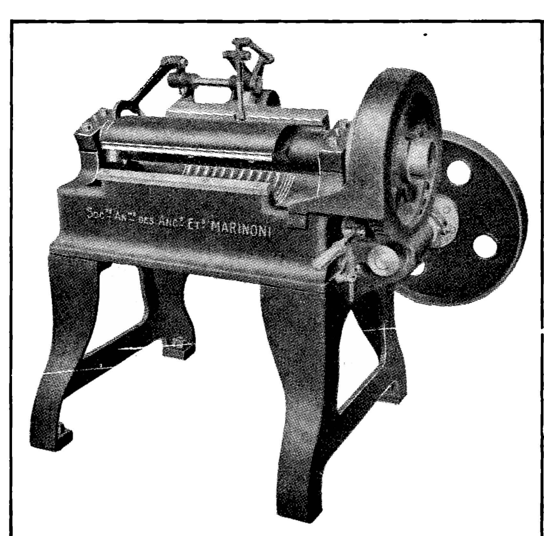


Fig. 33. — Compresseur à cylindriques (labeur).

le travail se termine par l'échoppage ou le fraisage, il n'en est pas de même pour les stéréos défectueux. Il faut quelquefois procéder à des retouches ou à des corrections.

232 — Retouches

Celles-ci ne doivent intervenir et ne présentent d'intérêt que si le stéréo a été accidenté en cours de tirage et que le stéréotypeur n'ait pas la possibilité de refaire une nouvelle fonte.

C'est un travail qui demande beaucoup d'habileté manuelle. A l'aide de ses échoppes ou burins (fig. 34), l'ouvrier entaille

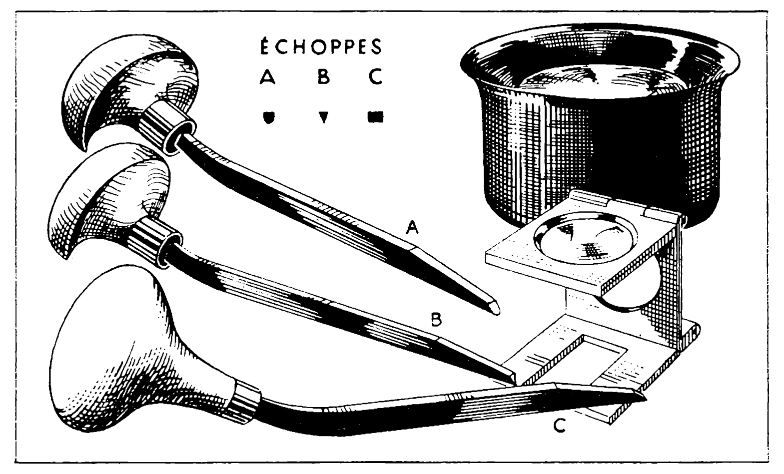


Fig. 34. — Outils du clicheur.

le plomb, refait les lettres ou les gravures détériorées en se basant sur l'original ou sur une épreuve. Pour les gravures très fines ou les similigravures, il s'aide d'une forte loupe ou d'un compte-fils. Seule une longue pratique permet d'acquérir la sûreté et la vitesse d'exécution. Un ouvrier stéréotypeur-galvanotypeur ne sachant pas retoucher ne peut prétendre au titre d'ouvrier qualifié.

233 —. Corrections

Les corrections ont pour objet le remplacement des lettres mauvaises par des caractères en bon état pour remédier soit à un accident en cours d'exécution, soit à une coquille typogra-

phique ou encore lorsqu'il y a de petits changements de texte décidés par le client au dernier moment ou à l'occasion d'un nouveau tirage.

Les corrections évitent la confection de nouveaux stéréos mais il reste entendu que, à chaque fois qu'elles sont trop importantes et que l'on est en possession de l'original ou d'une bonne empreinte il est préférable et plus rapide de refaire le stéréo.

La correction est une opération d'ajustage qui demande une longue pratique si l'on veut allier la vitesse d'exécution à la qualité. A l'aide d'échoppes à évider et de « pistons », l'ouvrier enlève les parties mauvaises. Dans la mortaise ainsi pratiquée, il ajuste les nouvelles lettres et les soude pour qu'elles fassent corps avec le stéréo.

Lorsqu'il y a plusieurs lettres côte à côte, on soude le mot à l'avance dans une « justification » que l'on peut comparer au composteur du typographe. L'ensemble des lettres soudées se nomme « bouquet » ou « béquet ».

Il arrive que deux stéréos du même modèle soient mauvais, les parties détériorées n'étant pas les mêmes. On peut alors remplacer le morceau défectueux d'un stéréo en le prélevant sur l'autre. C'est ce que l'on appelle effectuer une « pose de morceaux ». On arrive ainsi à obtenir un bon stéréo, à partir de deux inutilisables. Avant d'enlever la partie mauvaise, prendre des points de repère afin de pouvoir remettre facilement le nouveau morceau à la place exacte occupée par l'ancien.

234 — Soudure

Dans la réparation des stéréos détériorés, il arrive fréquemment que l'on soit obligé de procéder à un apport de soudure. Cette soudure est ensuite planée et polie à l'aide d'échoppes et de limes douces. Puis l'ouvrier grave dans le métal d'apport la lettre ou la gravure à refaire. Il est évident qu'il sera toujours préférable pour une retouche importante de refaire le travail ou de procéder à une correction.

Pour effectuer une bonne soudure, décaper le fer à souder (fig. 35) et les parties qui doivent recevoir la soudure. Une soudure effectuée sur une surface mal nettoyée ne tient pas.

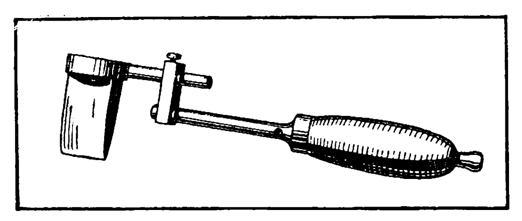


Fig. 35. — Fer à souder.

La soudure d'un stéréo plomb se fait à l'aide d'une baguette de même métal sans autre précaution qu'un bon grattage de la partie à souder. Lorsqu'il s'agit d'un galvano, d'un cliché de photogravure cuivre ou zinc, la baguette de soudure est un alliage plomb-étain en proportions égales. Les régions à souder doivent être imprégnées d'esprit de sel éteint (chlorure de zinc) et le fer à souder décapé en le frottant sur une pierre de sel ammoniac (chlorure d'ammonium).

235 — Montage des clichés

Les presses d'imprimerie étant réglées sur la hauteur typographique, il est indispensable de monter les stéréos sur semelle bois, plomb ou acier.

Les stéréos montés sur bois sont cloués, ceux montés sur plomb peuvent également être cloués (fig. 36). Mais, dans la généralité le stéréo est adapté sur sa semelle à l'aide de griffes spéciales, ou encore par soudure. Les montages soudés sur bloc, d'ailleurs beaucoup plus courants en galvanotypie et en photogravure, sont effectués de deux façons :

1° Le bloc-semelle étant calibré aux mêmes dimensions que le cliché, on exécute des points de soudure en faisant pénétrer profondément le fer à souder tout autour du cliché.

2° Le bloc-semelle et le cliché sont réchauffés sur un plateau chauffant. On étale sur les surfaces à souder de la stéarine puis un alliage à très basse température de fusion (alliage Darcet). On remet le cliché sur sa semelle en glissant rapidement le tout

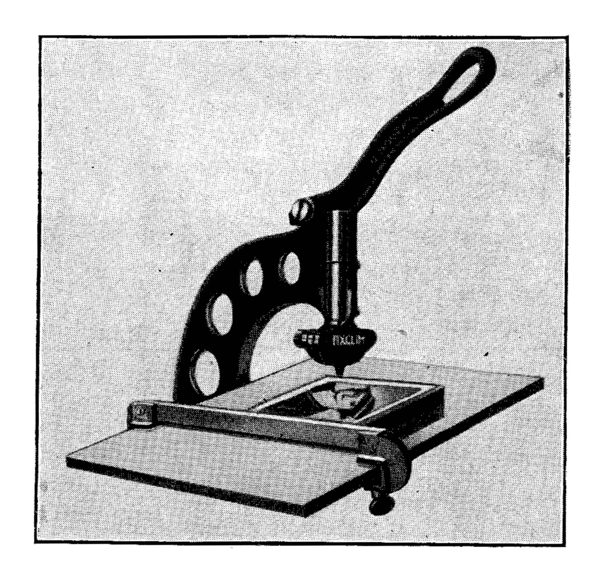


Fig. 36. — Machine à clouer.

sous une presse froide de faible puissance et en protégeant l'œil par quelques feuilles de papier. On laisse refroidir sous faible pression. La soudure obtenue est suffisante pour résister aux travaux d'impression. On ne soude les stéréos sur semelles-plomb que s'il n'y a pas de blanc permettant le clouage.

Sur blocs systématiques, les clichés sont fixés à l'aide de griffes (fig. 37).

Le clicheur livre les stéréos cloués seulement par deux clous. Le clouage complet par le clicheur aurait pour effet de compliquer

la tâche de l'imprimeur car ce dernier doit déclouer pour faire la mise. Veiller particulièrement à l'équerrage des semelles et à l'aplomb des montages.

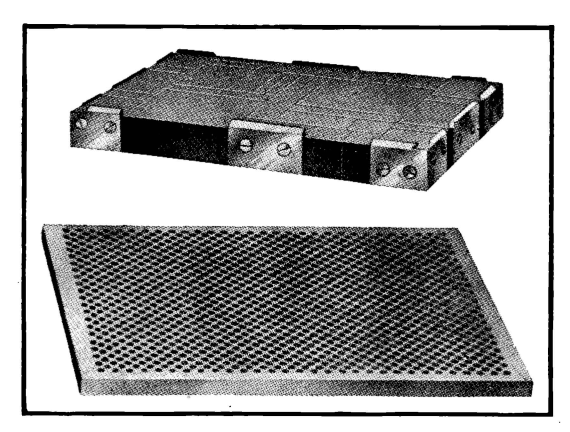


Fig. 37. — Blocs et griffes de montage.

236 — ÉPAISSEUR DES ÉLÉMENTS NÉCESSAIRES A L'IMPRESSION

DÉSIGNATION	HAUTEUR	
	en millimètres	en points
Caractères d'imprimerie..............	23,56	62 2/3
Blocs pour stéréo et galvano	19,8 (1)	
Blocs pour photogravure zinc.........	21,5 (1)	
Blocs pour photogravure cuivre	21,9 (1)	
Galvanos..........................	3,76	10
Stéréos plomb	3,76 ou 3,38	10 ou 9
Photogravure trait	2 et 1,6	
Photogravure simili	1,6	
Réglettes et lingots	17	

(1) Pratiquement on diminue ces hauteurs de 0,2 mm pour permettre éventuellement une mise.

237 — Nickelage des stéréos. Stéréo-nickel

Pour augmenter la résistance de la surface imprimante et prolonger les tirages, on dépose, par électrolyse, une mince couche de nickel sur les stéréos-plomb. Après passage rapide (une minute) dans un bain de dégraissage-cuivrage et rinçage à grande eau, on suspend le stéréo, au pôle négatif d'un bain de nickelage pendant une demi-heure environ. A la sortie du bain, rincer à l'eau chaude et laisser sécher. Pour l'étude complète des bains et leur technique détaillée, se reporter au chapitre VIII, paragraphes 392 et suivants.

238 — Minutage des temps d'opération dans les quotidiens

Etymologiquement le mot « journal » dans le sens qui nous occupe, signifie : publication journalière. Ce sens a été étendu aux publications périodiques. On a donc des journaux quotidiens et périodiques.

L'impression de certains périodiques n'a rien de commun avec l'impression des quotidiens, tandis que des périodiques, donnant des informations précédant de peu leur publication, se rapprochent beaucoup des quotidiens quant à leur impression.

Nous étudierons ici l'imprimerie de grands journaux quotidiens d'information pour nous placer dans le cas le plus typique, nous voulons dire dans le cas le plus éloigné des autres imprimeries.

238 *a* — **Rôle essentiel d'un quotidien d'information et conséquences**

Le rôle essentiel d'un journal quotidien d'information étant de tenir ses lecteurs au courant des nouvelles au fur et à mesure que celles-ci lui parviennent, il en découle ce qui suit :

1° Un quotidien d'information comportera de nombreuses éditions (selon les horaires des trains desservant les différentes régions de diffusion du quotidien).

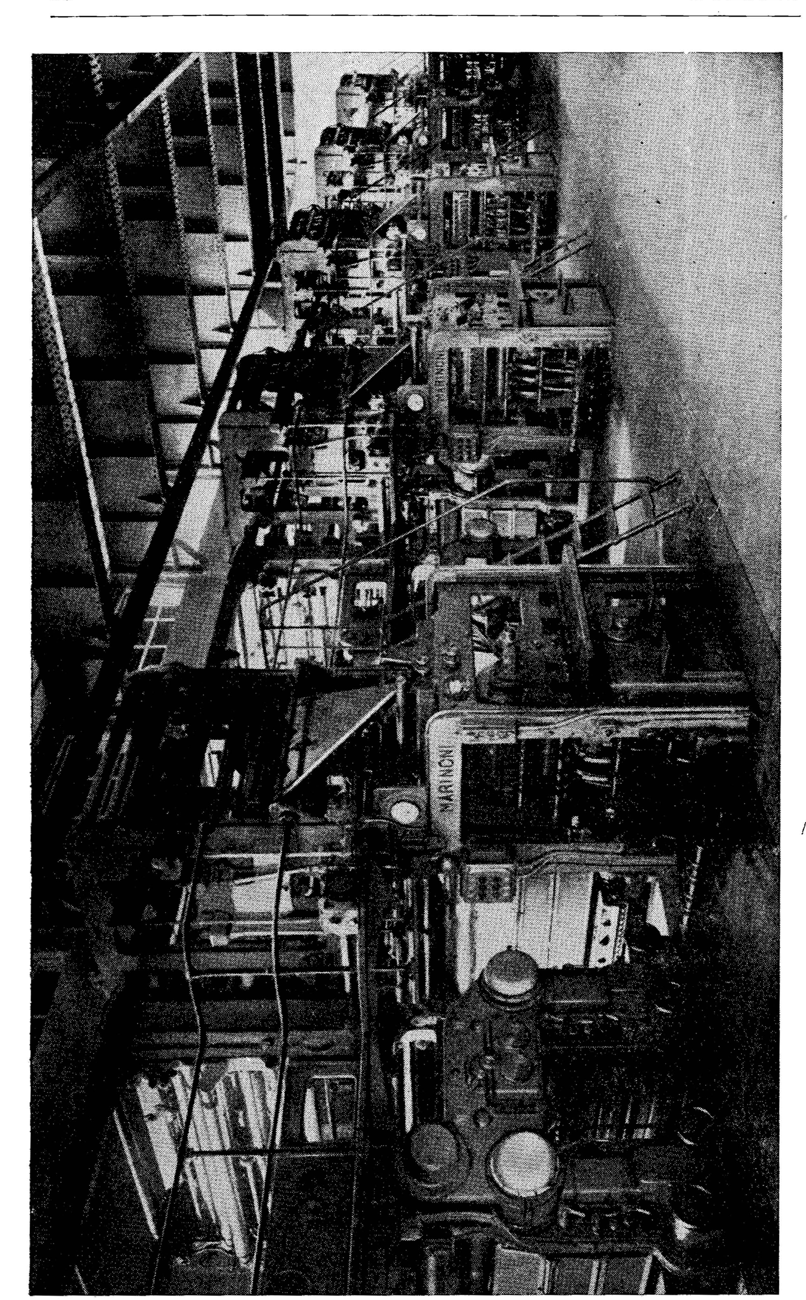


Fig. 38. — Rotative moderne.

2° Ces éditions devront être tirées dans le minimum de temps, puisque les formes seront « bouclées » au dernier moment, et que la livraison des journaux au Service de départ doit être faite aux heures fixées par ce service. Ces heures, imposées par les horaires des trains, ne doivent pas être manquées, faute de quoi le « papier » (c'est ainsi qu'on dénomme les journaux dans les Services de vente) restera sur les quais pour partir trop tard. Alors une partie des lecteurs habituels, n'ayant pas son journal à l'heure normale, en achètera un autre, et lorsque le « papier » arrivera par le train suivant, il restera en partie chez les marchands (dépositaires et sous-dépositaires), d'où : augmentation considérable des invendus (dénommés « bouillons ») avec, comme conséquence pour le journal, perte financière et préjudice moral.

Ceci montre combien le journal est une denrée périssable, dont la mise en vente ne peut souffrir d'être différée.

On voit, de ce rapide exposé, que les différents stades de la confection d'un journal doivent être réglés suivant un horaire implacable, ne souffrant aucun aléa. En somme, le directeur de l'imprimerie d'un quotidien d'information est assimilable à un voyageur qui prendrait le train douze à quinze fois par jour, quitterait son bureau chaque fois à la dernière minute, et ne devrait jamais manquer son train.

Cet horaire implacable est établi d'après les heures limites de remise du « papier » au départ (déterminées d'après les horaires des trains) qui conditionnent les horaires des ateliers, lesquels sont, en remontant le cycle de fabrication du départ jusqu'à la composition : l'atelier des rotatives, auquel on accorde 5 minutes entre le « complet clicherie » et la livraison de mille exemplaires au départ; l'atelier de clicherie, lequel doit fournir aux rotatives le dernier jeu de clichés alésés 20 minutes après l'arrivée de la dernière forme.

En définitive, on voit que 25 minutes après le « bouclage de la forme » à l'atelier de composition, il doit y avoir : mille exemplaires livrés au départ, prêts à être enlevés par les Messageries.

Durant ces 25 minutes, vingt-cinq opérations (indiquées plus loin) sont à effectuer.

Ceci démontre surabondamment que les ateliers de la clicherie et des rotatives doivent faire diligence, et par suite disposer d'un personnel actif, possédant bien son métier, et être dotés d'un matériel impeccable, sur lequel on puisse compter en toutes circonstances. Le matériel mécanique n'étant malheureusement pas exempt de défaillances, il faudra avoir du matériel de secours et, pour parer aux pannes légères, un service de mécaniciens et d'électriciens dépanneurs, complété par un atelier de réparations.

238 *b* — **Processus de la fabrication d'un quotidien**

1) *La forme :* « La forme » est constituée par l'ensemble des lignes de texte, de titres, des filets, des interlignes, des similis... convenablement disposés dans un châssis en acier, muni de dispo-

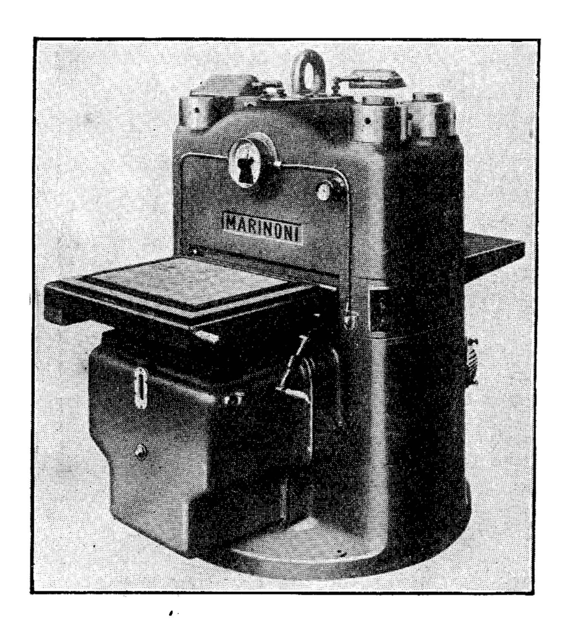


Fig. 39. — Forme prête à la prise d'empreinte.

sitifs de serrage dans deux directions perpendiculaires, dont le format correspond exactement à celui d'une page de journal. Le poids de la forme est de l'ordre de 80 kilos. La manutention de celle-ci s'effectue donc à l'aide de chariots dont le plateau métallique, bien « plané » et réglable en hauteur, est amené au niveau exact des marbres livrant ou recevant les formes (fig. 40).

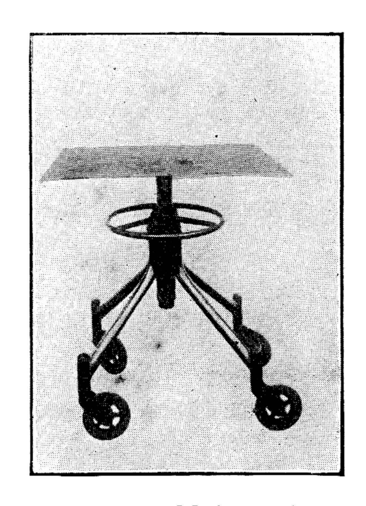


Fig. 40. — Marbre roulant pour la manutention des formes.

2) *L'empreinte :* L'empreinte de la forme est prise à l'aide d'un « flan », rigoureusement calibré, de 8 à 9/10es de mm d'épaisseur (selon les matériels de clicherie employés), préalablement humidifié, à 12 ou 15 % d'humidité.

3) *Le cliché semi-cylindrique :* Cette empreinte flexible après un séchage très poussé sera introduite dans le moule de la fondeuse de clicherie, ou seront coulés les clichés semi-cylindriques destinés aux rotatives.

238 *c* — **Détails des opérations concourant à la confection d'un quotidien d'information**

1° *Composition :* La « copie » arrive au chef de la composition sous forme de notes manuscrites ou dactylographiées et même de télégrammes. Chaque note porte l'indication du caractère (corps et œil) dans lequel elle doit être composée. Le travail est alors réparti aux différents opérateurs linotypistes, d'après la nature des matrices dont les magasins de leurs machines sont équipés.

La copie composée est déposée sur un « marbre » de rassemblement. Chaque article, ou fraction d'article important, est alors mis en « galée », laquelle, placée sur la platine d'une presse à épreuves très rapide, permet le tirage de plusieurs épreuves blanches

distribuées à la rédaction et à la correction. Ces épreuves corrigées reviennent au chef de la composition qui fait effectuer les corrections nécessaires et fait procéder ensuite au tirage de secondes épreuves sur papier jaune, envoyées à la correction pour « révision ».

Les galées, dont les épreuves jaunes ont été révisées, sont alors disposées sur les marbres de mise en pages et réparties à proximité des pages où elles doivent entrer. La mise en pages est effectuée par le secrétaire de rédaction et les rédacteurs adjoints secondés par des « fonctionnaires » puisant dans les galées pour le texte, tandis que les titres, composés sur des machines spéciales par les « titriers », arrivent au marbre de mise en pages au moment voulu, dûment corrigés.

Il y a lieu de noter qu'en raison des éditions multiples, une partie de la composition des éditions antérieures est réutilisée, généralement à un emplacement différent et que, par suite, le travail préalable des fonctionnaires a pour but de « désosser » la forme à recomposer.

Les clichés simili ou trait, livrés par l'atelier de photogravure avec leurs fumés arrivent pour « montage », au marbre de mise en pages, montés sur leur bloc en matière à la hauteur de 23,75 mm (soit 19/100es de mm au-dessus du texte : 23,56 mm), tandis que les fumés, qui avaient été remis au secrétaire de rédaction en temps voulu, ont permis la rédaction et la composition des légendes.

Les annonces, préparées par des fonctionnaires annonciers, sont alors réparties dans les pages, aux emplacements indiqués par le service de publicité.

Chaque page du journal est donc représentée par une « forme », laquelle ne quitte l'atelier de composition qu'après la prise des « morasses », épreuves de la forme effectuées sur une presse spéciale. Ces morasses sont immédiatement distribuées aux différents services intéressés : rédaction, correction, composition et clicherie, pour l'ultime vérification des titres et le repérage des « mastics » et « doublons ».

Le mastic provient de l'insertion dans une colonne d'un certain nombre de lignes à un emplacement incorrect; le doublon de l'insertion d'un certain nombre de lignes, déjà dans la forme, à un emplacement quelconque. Ces erreurs se produisent généralement au « coup de feu », lors des derniers remaniements de la mise en pages.

2° *Prise d'empreintes :* Quittant l'atelier de composition, les formes arrivent au service moulage, où ont lieu les opérations suivantes :

1) Brossage de la forme avec de l'essence et essuyage avec un chiffon;

2) Montage des clichés simili et trait sur leurs blocs en plomb ménagés dans la forme, lorsque ceux-ci n'ont pu être montés à la composition;

3) Desserrage de la forme et taquage;

4) Resserrage de la forme;

5) Séchage de la forme sous presse avec un blanchet absorbant l'humidité (grâce au chauffage du plateau inférieur de la presse);

6) Sortie de la forme et graissage léger avec une brosse huilée;

7) Examen de la forme et enlèvement, s'il y a lieu, des poussières ou corps étrangers;

8) Pose du flan sur la forme, et sur le flan de deux blanchets feutre;

9) Mise sous presse pour la prise d'empreinte, durée 3 minutes;

10) Sortie de la forme avec l'empreinte;

11) Meulage au dos de l'empreinte, en regard des similis et des gros titres pendant que l'empreinte est encore sur la forme;

12) Examen de l'empreinte et repoussage des grands blancs à l'aide d'un outil spécial (bicogneau);

13) Léger séchage, sur un séchoir à gaz, avec blanchet absorbant en coton;

14) Coupe de l'empreinte aux cotes précises correspondant au développement du « box » de l'autoplate.

15) Garnissage du dos de l'empreinte avec du papier laine collé à la dextrine dans les blancs.

3° *Fonte :* L'empreinte passe alors au service « fonte », où se font les opérations énumérées ci-dessous (fig. 41, 42, 43, 44) :

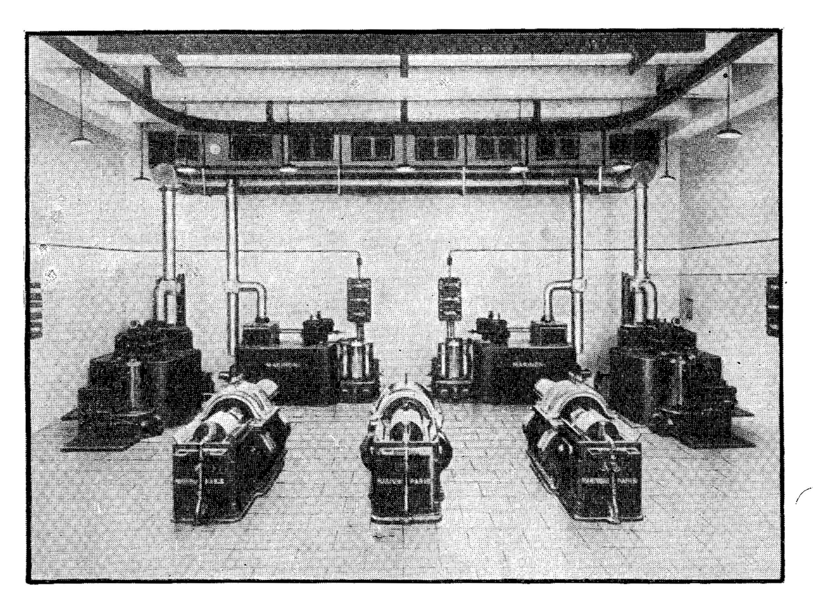


Fig. 41. — Service fonte à cylindriques (imprimerie de journaux).

16) Dernier séchage dans un séchoir électrique à 320° C pendant 45 secondes;

17) Pose de l'empreinte dans le « box » de l'autoplate;

18) Mise en place de la « casserole » (tôle semi-cylindrique) guidant le métal sur l'empreinte;

19) Talquage de l'empreinte, fermeture du moule et coulée des clichés;

20) Examen des clichés et rebut des clichés défectueux;

21) Rectification des clichés dans une machine à rectifier, laquelle en même temps refroidit et brosse le cliché alors prêt pour les rotatives.

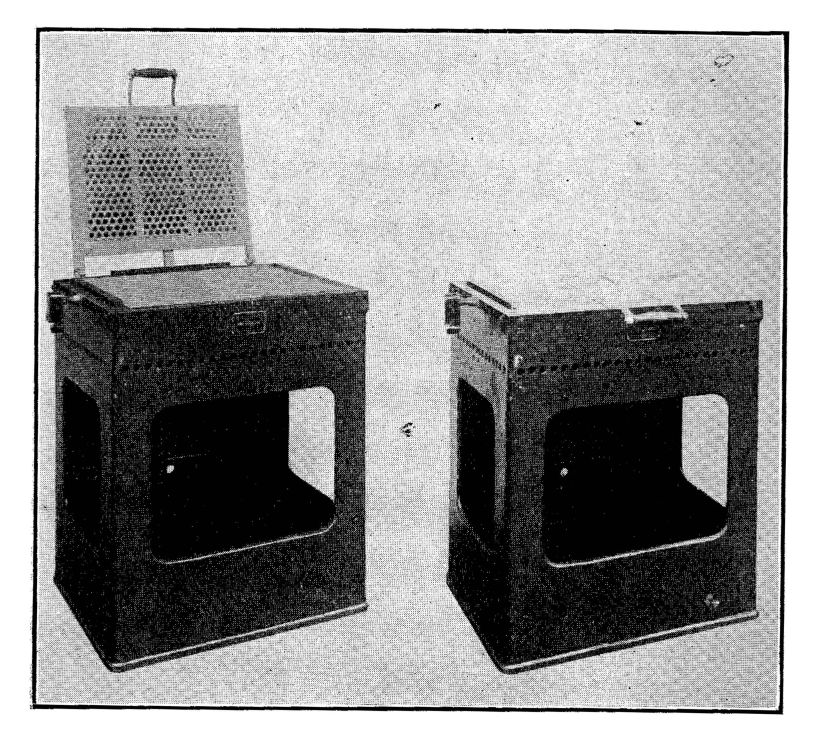


Fig. 42. — Séchoir électrique pour empreintes.

4° *Rotatives :* Les clichés sont alors :

22) Posés sur les cylindres-clichés, aux emplacements indiqués par l'imposition;

23) Serrés sur leurs cylindres;

24) La rotative est alors mise en service, au ralenti, afin de parfaire l'encrage, puis on accélère lorsque l'encrage est correct;

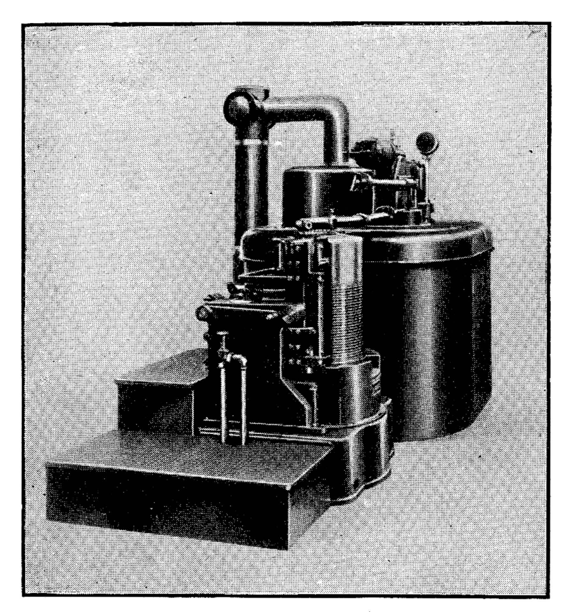


Fig. 43. — Fondeuse Marinoni.

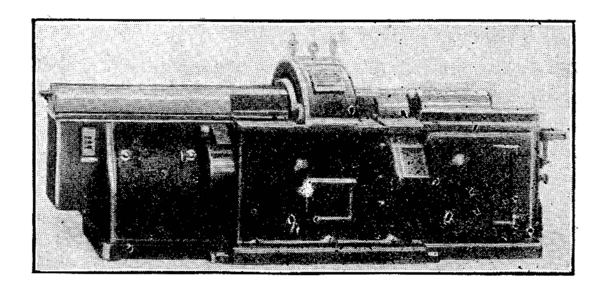


Fig. 44. — Machine automatique à finir les clichés.

25) Les premiers exemplaires arrivent au « départ » où ils sont aussitôt mis en paquets et sanglés, pour assurer les premiers départs des voitures de Messageries.

Rappelons qu'il ne s'est écoulé que 25 minutes et parfois même seulement 20 ou 15 minutes depuis que la dernière forme venait d'être livrée par la composition. Et, cependant, le journal est bien imprimé, les similis viennent bien, les rotatives accélèrent, on roule maintenant à 36.000 exemplaires à l'heure par sortie, chaque journal est imprimé en 1/10e de seconde, chaque ligne du journal en 1/3.000^{e} de seconde.

Comment, en un temps si court (il est précieux dans un quotidien), peut-on sortir un travail aussi soigné? C'est ce que nous allons voir :

238 *d* — **Technique spéciale des différentes opérations**

Cette technique découle :

D'une part, de l'impossibilité matérielle, faute de temps, de remédier au cours d'une opération aux défectuosités des opérations antérieures, il en résulte que l'exécution de la dernière opération précédant l'impression, c'est-à-dire la rectification des clichés semi-cylindriques destinés aux rotatives, devra être parfaite; la première rotative roule fréquemment 30 secondes après la livraison du dernier cliché.

D'autre part, de la déformation que subit l'empreinte dès qu'elle est retirée de la forme; l'empreinte ne respecte donc pas tous les détails de la forme.

Les parties aiguës de la forme laissent des empreintes plus profondes que les parties présentant une légère surface plane. Si donc, la forme est uniformément plane, nous aurons des clichés semi-cylindriques, dont les filets, les points, les clichés trait et les points très fins constituant les blancs des similis, seront en saillie sur le texte de 5/100es de mm environ, tandis que les mats des similis et les gros titres seront en contre-bas du texte de 2 à 3/100es de mm.

Dans ces conditions, et attendu que la rectification des nervures intérieures des clichés semi-cylindriques ne modifiera que très peu ou pas du tout les dénivellations de la surface extérieure du cliché, nous aurons les défectuosités suivantes à l'impression :

Perforations ou gaufrage du papier par les filets, les points et les clichés trait;

Perforations ou fortes empreintes permanentes dans les rexines (habillage extérieur des cylindres blanchets) avec toutes leurs conséquences;

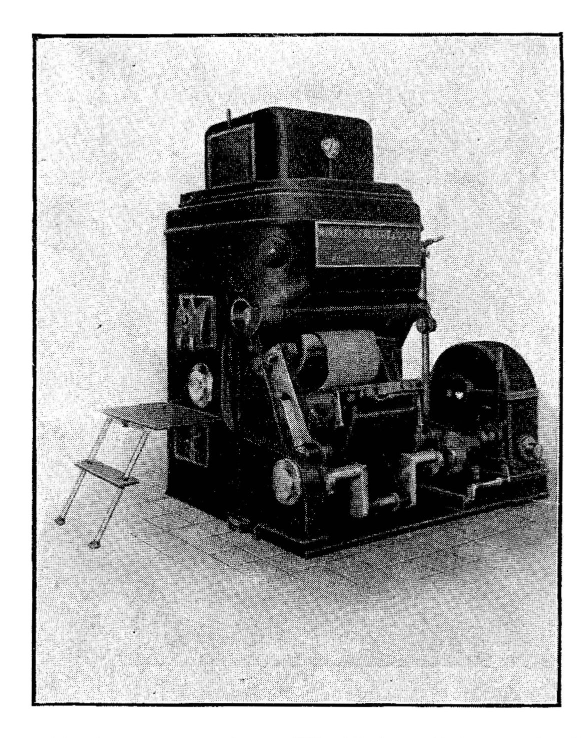


Fig. 45. — Fondeuse automatique (Winckler) à clichés semi-cylindriques.

Usure rapide des sommets aigus des pyramides constituant les blancs des similis, d'où « brûlage des ciels »;

Impression défectueuse des noirs des similis par manque d'encre et manque de pression.

La technique des différentes opérations aura donc pour but d'obtenir des clichés semi-cylindriques qui, après rectification, c'est-à-dire tels qu'ils seront montés sur les cylindres de la rotative, auront les particularités suivantes.

Par rapport à l'épaisseur constante de tous les points de la surface occupée par le texte :

L'épaisseur dans les gros titres devra être supérieure de 2 à 3/100es de mm;

L'épaisseur dans les points et les filets devra être inférieure de 2 à 3/100es de mm;

L'épaisseur dans les similis sera supérieure de 3 à 4/100es de mm dans les noirs, et inférieure de 2/100es de mm dans les blancs.

Les filets et les lignes devront être vérifiés quant au parallélisme de leurs faces et à leur justification, de façon à avoir des lignes bien parallèles, donc bien assises et des filets bien rectilignes après serrage de la forme.

Pour éviter l'écrasement des caractères à la prise d'empreintes, les lignes coulées devront être bien pleines, exemptes de soufflures, ce qui implique le contrôle thermostatique des creusets et leur alimentation automatique; enfin pour que les lignes soient bien nettes comme « œil », il faudra maintenir un chauffage adéquat de la plaque de bouche du creuset.

1° *Similis :* Les clichés traits seront montés sur blocs plomb, calibrés à la hauteur de 23,50 mm.

Quant aux clichés simili, montés sur blocs en plomb calibrés de 21,75 mm d'épaisseur, ils présenteront une hauteur de 23,75 mm dans les mats et de 23,55 mm dans les blancs avec toutes hauteurs intermédiaires dans les demi-teintes.

Pour obtenir ces différences de hauteur, on procède comme suit :

Le simili est gravé sur une plaque de zinc de 1,5 mm d'épaisseur, et avec chaque simili, l'atelier de photogravure livre un

contretype en zinc de 0,5 mm d'épaisseur; ce contretype est obtenu par report sur le zinc de 0,5 mm de l'image du simili-zinc de 1,5 mm, à l'aide de papier acier.

On a donc un contretype dont la face attaquée se superpose exactement avec le simili, lorsqu'on pose la face non attaquée du simili sur la face attaquée du contretype. En soumettant cet ensemble à l'action d'une presse avec interposition d'un feutre entre le simili et le plateau supérieur de la presse, on obtiendra un couple, contretype-simili, dont la face supérieure présentera des dénivellations; son épaisseur sera de 2 mm dans les mats, de 1,8 mm dans les blancs avec épaisseurs intermédiaires dans les demi-teintes.

2º *Prise d'empreintes :* Lorsque, après l'exécution des opérations indiquées plus haut, on sort la forme et son empreinte de la presse, on constate que le dos de l'empreinte reproduit, mais naturellement avec moins d'ampleur, les dénivellations de la face de l'empreinte. Il n'en saurait être autrement, puisque le flan employé avait une épaisseur de 8/10es de mm et que les dénivellations subies par la face du flan au cours de la prise d'empreinte atteignent jusqu'à 2 mm grâce à l'habillage en laine de 4 à 5 mm d'épaisseur disposé entre le flan et le plateau supérieur de la presse; les dénivellations dans les parties opposées aux similis sont très apparentes, les zones opposées aux noirs sont en saillie sur les zones opposées aux blancs.

On conçoit, et ceci a été vérifié par des mesures précises, que si on effectuait la coulée des clichés stéréotypes sur cette empreinte, ces dénivellations se trouveraient rapidement supprimées par la pression exercée sur l'empreinte par l'alliage stéréotype, et le résultat final serait nul. Ceci explique pourquoi nous effectuons alors le « meulage du dos de l'empreinte en regard des similis » pendant que l'empreinte est encore sur la forme. Grâce à ce meulage, qui tend à supprimer les dénivellations existant au dos de l'empreinte dans les parties opposées aux similis, on diminue l'épaisseur de l'empreinte dans les mats des similis et « dégressivement » dans les gris. Il est donc évident que lors de la coulée des clichés sur cette empreinte, l'épaisseur du cliché sera maximum

dans les noirs des similis et ira en diminuant progressivement dans les gris au fur et à mesure qu'on tendra vers les blancs.

Bien entendu, le « meulage » pourrait être remplacé par un découpage collé au dos de l'empreinte à l'opposé des blancs, mais les découpages, sauf découpages en dégradé (très longs à exécuter), ne donnent pas le dégradé du meulage. De plus, le meulage est beaucoup plus rapide et plus économique ; avec une meule électrique on peut meuler une empreinte entière de similis en 4 ou 5 minutes.

Il est nécessaire que lors de ce meulage les parties voisines opposées au texte ne soient pas attaquées, ceci est facilité par le montage des similis à la hauteur de 23,75 mm soit 19/100es de mm au-dessus du texte : la saillie ainsi provoquée au dos de l'empreinte dans les zones opposées aux similis permet le meulage exclusif de celles-ci sans difficultés pour l'opérateur.

Si les similis étaient montés à une hauteur supérieure, on risquerait les « renversements » sur les pourtours des similis, d'où mauvaise impression des filets et légendes bordant les similis.

Pour la même raison, on meule le dos de l'empreinte à l'opposé des grands titres, qui apparaîtront sur les clichés en légère saillie sur le texte.

Pour éviter que lors de la coulée des clichés, les surfaces assez importantes constituant des saillies sur la face de l'empreinte ne s'affaissent, ce qui donnerait à l'impression des blancs salis (grisés ou même noirs) au lieu de blancs purs, on repousse au dos de l'empreinte les grands blancs à l'aide d'un outil lisse et dur (bicogneau) et on remplit ces cavités à l'aide de papier laine collé à la dextrine.

3° *Fonte :* Grâce à tous ces artifices, les clichés coulés sur ces empreintes n'auront à subir aucun échoppage à leur sortie du moule. Il suffira d'éliminer les premiers clichés défectueux soit pour « froid » ou « grésillage » (refroidissement trop brusque de la platine supérieure du moule ou empreinte insuffisamment séchée), soit par arrachage de l'empreinte (défectuosité du flan) ou encore par renversement (empreinte mal margée dans

le moule, ou garnissage trop épais en papier laine), et de faire passer tous les autres clichés dans la machine à rectifier, qui alèse les nervures intérieures des clichés de façon que tous les clichés aient une épaisseur moyenne identique fixée une fois pour toutes. Nous disons épaisseur moyenne, car, comme nous l'avons indiqué plus haut, l'épaisseur dans les noirs de similis et les gros titres sera supérieure à l'épaisseur dans le texte, et celle-ci supérieure à l'épaisseur dans les blancs de similis, les filets et les points.

Pour gagner du temps, on s'est efforcé de supprimer les causes de défectuosités des premiers clichés coulés :

a) En procédant à un dernier séchage de l'empreinte, immédiatement avant son introduction dans le moule de clicherie à une température voisine de la température de coulée de l'alliage, soit 330° C pendant 45 secondes;

b) En n'admettant l'eau de circulation dans le moule de la fondeuse qu'après la coulée du premier cliché.

Signalons en passant que le diamètre d'alésage des nervures intérieures des clichés ne correspond pas au diamètre des cylindres clichés nus, il lui est de 4 à 5 mm inférieur, de façon que le cliché « pince » lorsqu'il sera fixé sur le cylindre de la rotative; sans ce pinçage, le cliché « claquerait » en roulant.

CHAPITRE V

GALVANOTYPIE

301 — Historique

La découverte de la galvanoplastie est attribuée à deux physiciens Spencer et Jacobi, qui l'ont réalisée en même temps à la même époque. Jacobi, physicien russe, parvint en 1838 à reproduire par galvanoplastie des duplicata de planches gravées en cuivre. L'Anglais Spencer réussit la même année la même expérience. Quelques années plus tard, vers 1845, la galvanoplastie devenait un procédé industriel grâce à la découverte des propriétés conductrices de la plombagine que l'on peut attribuer à l'Anglais Wood. Le graphitage permit l'emploi de matières non conductrices pour le moulage des originaux. C'est ainsi qu'on a pu faire appel à la gutta-percha et à la cire.

302 — But

Le but de la galvanotypie est la multiplication des originaux destinés à l'impression typographique.

Les répliques métalliques obtenues sont en cuivre ou en nickel, métaux résistant à des tirages considérables.

La fidélité et la finesse des reproductions permettent de les utiliser pour des tirages en couleurs des illustrations les plus fines.

303 — Principe

La galvanotypie est l'exploitation d'un phénomène électrochimique : l'électrolyse. On prend à l'aide d'une matière plastique

un moulage de l'original à reproduire. Ce moulage, rendu conducteur de l'électricité et suspendu au pôle négatif, est soumis à l'électrolyse dans un bain renfermant un sel de cuivre ou de nickel. Le métal dissocié par le courant électrique se dépose sur le moulage en épousant fidèlement sa surface. Lorsque la pellicule métallique déposée dite « coquille » atteint une épaisseur suffisante, elle est décollée du moulage et renforcée au dos par soudure puis remplissage à l'aide d'un alliage de plomb. Après les opérations de terminaison le galvano est prêt à imprimer.

304 — Fabrication

L'exécution d'un « galvano » nécessite donc une succession d'opérations que l'on peut diviser en *trois phases* principales :

— Le moulage;
— L'électrolyse;
— La terminaison.

MOULAGE

311 — Commentaires sur les divers procédés de moulage

311 *a* — **Moulage à la cire**

Il n'entraîne qu'une faible consommation de matières premières. Les galvanos de texte et de trait exécutés par ce procédé sont caractérisés par un excellent creux qui peut être supérieur à celui du type si le relevage (voir § 318) a été bien exécuté. Les travaux d'après simili laissent à désirer et ceci d'autant plus que la trame est plus fine. Les travaux en repérage ne peuvent être exécutés qu'en prenant d'extrêmes précautions, destinées à assurer la constance du retrait.

Le moule étant détruit lors du décollage de la coquille, on est conduit à ne pas désimposer les compositions moulées avant la terminaison complète du galvano.

Le moulage proprement dit est d'une exécution assez rapide mais l'ensemble des opérations de garnissage, de dégarnissage, de rasage et de relevage, ralentit considérablement le cycle de fabrication.

L'inconvénient majeur de ce procédé est sa malpropreté et le nom de « noir » que l'on donne à la partie de l'atelier où il est pratiqué est bien mérité. Les compositions une fois « déplâtrées » ou « déterrées » ont un aspect poussiéreux peu engageant. Quant à celles qui ont été « bourrées », elles font le désespoir du typo chargé de la distribution tant elles sont enduites de plombagine.

311 *b* — **Moulage au plomb**

Il se limite à la reproduction des clichés de photogravure. C'est le procédé de choix pour les galvanos destinés aux impressions en couleur ainsi que les « nickel dépôt direct ». Le moulage au plomb est propre et d'un grand débit, mais il est assez coûteux en raison du prix élevé du plomb laminé spécial dont il est fait usage.

Les similis sur zinc ne supportent pas sans dommage les très grandes pressions exercées lors du moulage.

Enfin lorsque les gravures types sont « minées », c'est-à-dire lorsque par suite d'une morsure défectueuse les talus ne sont pas en « dépouille », le moule est souvent déformé lors du décollage. Il peut en résulter une coquille faussée nécessitant de grands soins lors du dressage.

311 *c* — **Moulage au tenaplate**

Lorsqu'il fut importé en France, ce procédé fit naître de grands espoirs en raison de sa facilité d'exécution et des bons résultats obtenus. Il permet en effet de mouler aisément et sans aucun retrait, des formes mixtes texte et simili, sans préparation spéciale. L'emploi de la plombagine est réduit au maximum. Toutefois en raison de l'importance des pressions nécessaires à leur moulage, les similis doivent être montés sur matière. Aussi, les feuilles thermoplastiques ont-elles complètement détrôné ce procédé.

311 *d* — **Moulage aux feuilles thermoplastiques**

Ce procédé qui s'applique à la reproduction des travaux les plus variés est d'une pratique nettement plus onéreuse que le moulage à la cire, la consommation de feuilles plastiques étant loin d'être négligeable. Il est néanmoins plus économique que le moulage au plomb. Son avantage le plus marquant, outre sa propreté, est que le moule n'est pas détruit lors du décollage de la coquille. On peut ainsi non seulement obtenir plusieurs galvanos à partir d'un tel moule, mais aussi procéder à la désimposition de la forme sitôt le moulage terminé, assurant ainsi une « rotation » plus rapide du matériel de composition. Les moules peuvent d'ailleurs être mis en réserve pour un réemploi ultérieur, évitant ainsi de conserver un matériel coûteux et encombrant en vue des réimpressions.

Enfin, la légèreté et la robustesse des moules en permet l'expédition sans emballage spécial.

Son infériorité par rapport au moulage au plomb réside dans la non-automaticité du repérage qui ne peut être assuré qu'au prix de grandes précautions. Par contre, les coquilles obtenues sont toujours très planes, ce qui réduit au minimum le travail du réviseur.

On reproche quelquefois au procédé de provoquer la cassure des accents et autres parties fragiles de certains caractères. Cet accident se produit principalement lors du décollage du moule quand on sépare de la composition la matière plastique refroidie, et par conséquent dure. Ce fait est d'autant plus fréquent que la feuille plastique est plus épaisse.

312 — Imposition

Les originaux sont des clichés de photogravure, des compositions typographiques ou des pages mixtes comportant les deux. On fait aussi des galvanos d'après gravures sur bois ou sur métal.

L'imposition des gravures ou des pages de texte se fait dans les mêmes conditions qu'en stéréotypie (voir chap. II, § 205).

Nous ne répéterons pas ici les mêmes recommandations.

313 — **Moulage à la cire**

314 — Préparation des formes

Le moulage à la cire a été longtemps le plus répandu. Il a tendance à disparaître au profit des matières plastiques.

Pour mouler une composition typographique à la cire, il faut d'abord limiter la pénétration dans les blancs en les garnissant d'une bouillie de plâtre à modeler, de terre à four, de blanc d'Espagne ou de plombagine. Sans cette précaution, la cire très fluide pénétrerait et remplirait complètement les creux, rendant le démoulage difficile.

De plus, le moulage ayant un relief trop accentué offrirait une grande résistance au passage du courant en provoquant un dépôt électrolytique défectueux.

315 — Platrage des formes

Le plâtrage s'effectue comme suit : on prépare une bouillie épaisse de plâtre à modeler dont on enduit la forme en faisant bien pénétrer la pâte dans les cavités. Laisser quelques instants sans attendre la prise complète et dégager l'œil des caractères avec une brosse dure sous un filet d'eau. Brosser jusqu'à l'affleurement du talus des lettres et approfondir légèrement dans les grands blancs. Les caractères doivent être bien nets, l'œil parfaitement dégagé. On laisse sécher complètement le plâtre en déposant la forme sur un marbre légèrement chauffé.

Le moulage terminé, on déplâtre la forme en la retournant sur un blanchet de manière à pouvoir desserrer. Casser le plâtre en tapotant le dos de la forme à l'aide d'un petit taquoir. Resserrer la forme, la mettre sous un jet d'eau, la desserrer et brosser ou faire sauter le plâtre restant à l'aide d'une pointe métallique.

Les difficultés du déplâtrage et sa lenteur pour le garnissage des formes ont fait que beaucoup préfèrent utiliser du blanc d'Espagne ou de la terre à four. On dilue la terre à four ou le blanc d'Espagne en pâte épaisse et le garnissage se fait dans les mêmes conditions qu'avec le plâtre.

Pour enlever ce garnissage, il suffit de brosser la forme sous un jet d'eau.

On évite ces pertes de temps en garnissant les blancs avec de la plombagine de médiocre qualité étalée sur la forme. On donne ensuite une forte pression en protégeant l'œil au moyen d'un blanchet de caoutchouc. La plombagine se trouve tassée dans les blancs et on dégage l'œil avec une brosse dure à poils courts. L'inconvénient du bourrage à la plombagine est qu'il est malpropre et qu'il faut le renouveler fréquemment si l'on doit effectuer un grand nombre de moulages sur la même forme.

Ce procédé est à déconseiller en raison de ses multiples inconvénients.

316 — Préparation des boites

En général les galvanotypeurs emploient un mélange de cire d'abeille et de cire minérale (ozokérite) auquel on ajoute de la plombagine et un peu de térébenthine de Venise. En été, on force un peu en ozokérite, tandis qu'en hiver, on recharge avec de la cire d'abeilles de manière à rapprocher le mélange de la formule suivante.

	Eté	Hiver
Cire d'abeilles	2,5	4
Ozokérite	4,5	3
Plombagine	2	1,7
Térébenthine de Venise	0,5	0,7

D'autres compositions peuvent servir au moulage à la cire, par exemple l'ozokérite pure.

La cire d'abeilles pure est trop molle et se rétracte sensiblement en se refroidissant; l'addition d'ozokérite minimise ce retrait et augmente la dureté du mélange.

Une bonne formule doit procurer un mélange aussi dur que possible à la température ordinaire pour résister au brossage du graphitage et suffisamment ramolli à 35-40° C pour permettre le moulage.

Le mélange est fondu à environ 70° C dans une chaudière à chauffage indirect (bain-marie, double fond ou serpentin).

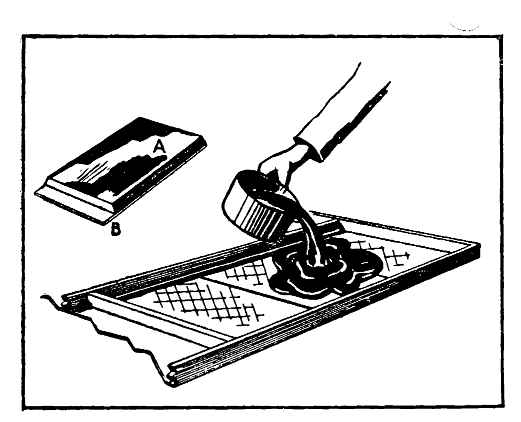


Fig. 46. — Coulée des boîtes.
A : Cire. B : Semelle en plomb antimonié.

Les plaquettes ou gâteaux de cire servant au moulage sont appelées « boîtes ». Ces boîtes sont préparées en coulant la cire sur des semelles de plomb antimonié de grandeur variable et de faible épaisseur (9 à 12 points). On opère comme suit (fig. 46) :

— Les semelles de plomb sont disposées sur un marbre propre et entourées de garnitures qui limitent la coulée. Il est préférable de rayer profondément les semelles pour assurer une meilleure adhérence de la cire.

— Les semelles sont chauffées à 70° C environ, à l'aide d'un chalumeau si le marbre n'est pas chauffant. Puis on coule, au moyen d'une casserole, la cire en épaisseur de 1 cm à 1,5 cm. Les bulles d'air qui se produisent à la surface sont enlevées en y promenant la flamme du chalumeau.

Dès que la cire est figée, détourer chaque boîte avec une spatule. Si le moulage n'est pas effectué immédiatement, placer les boîtes dans une étuve maintenue à une température de 40° C environ.

317 — Moulage

La forme préparée, révisée (et plâtrée s'il y a lieu) est déposée sur la desserte avant de la presse à mouler. La boîte râclée au

dos, est réchauffée en y passant la flamme du chalumeau pour faire disparaître les alvéoles qui se produisent à la surface au moment de la coulée.

Le moulage s'effectue ainsi :

— La forme est nettoyée à la benzine (les chiffons doivent être exempts d'agrafes ou de boutons).

— Plombaginer la forme avec une brosse dure. Aucun grain de plombagine ne doit boucher l'œil. Celle-ci reste sur la forme en couche impalpable.

— Plombaginer soigneusement la boîte avec une brosse en blaireau et la déposer sur la forme. Plombaginer le dos de la boîte pour éviter l'adhérence à la platine supérieure, ou plus simplement, interposer un carton ou une tôle mince.

— Glisser sous presse. La pression est variable suivant la nature des originaux. Elle varie généralement entre 50 et 100 kilos par cm^2 de surface pressée. On peut employer la presse hydraulique ou la presse à bras du modèle à genouillère tout à fait suffisante pour les petits formats. La plupart du temps, la cire trop molle s'étale à la première pression. Il faut alors attendre quelques instants avant de donner la pression finale. Le démoulage s'effectue en s'aidant d'un petit levier glissé entre la forme et un coin de la boîte, pour faciliter le décollage.

— L'empreinte obtenue s'appelle un « moule ». C'est la contrepartie en creux de l'original, elle est l'équivalent du flan stéréotypique.

— Le moule est bon lorsqu'il reproduit intégralement et sans aucun défaut toutes les finesses de l'original. Il est dit « arraché » si par suite d'une pression trop forte ou d'un mauvais plombaginage, la cire est restée adhérente à la forme, provoquant des défauts sur l'œil du moule. Le moule est « flou » lorsque tous les détails de l'original ne sont pas nettement reproduits par la faute d'une boîte trop molle, d'une pression insuffisante ou, ce qui arrive fréquemment, de garnitures plus hautes que l'original. Dans ce dernier cas, on fait une mise sous la gravure pour l'amener à hauteur avant de procéder à un second moulage.

— La température de la boîte au moment du moulage joue un rôle prépondérant. L'ouvrier évalue cette température en appuyant avec le pouce sur le bord de la boîte, il doit sentir une résistance moyenne à l'enfoncement du doigt. Si la cire est trop dure, il est préférable de réchauffer la boîte dans une étuve ou à la flamme du chalumeau.

318 — Préparation des moules en cire. Relevage

Après le démoulage, on enlève à la spatule les excédents de cire des bords du moule. Les aspérités trop prononcées à la surface du moule sont grattées à l'aide d'un tranchet de cordonnier ou d'un couteau spécial nommé « couteau japonnais ». Ce sont les opérations de plumage et de rasage.

Si les blancs du moule n'ont pas un relief assez accentué, on les surélève en y coulant de la cire au « fer à relever » (petit cône en cuivre chauffé au gaz et muni d'un manche) (fig. 47).

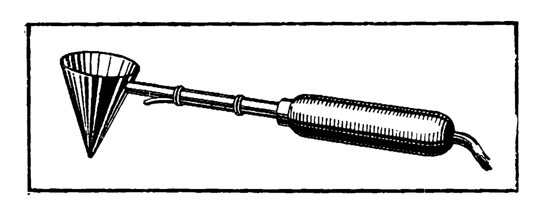


Fig. 47. — Fer à relever.

Cette opération nommée « relevage » demande un tour de main qui ne s'acquiert que par une longue pratique. Elle a pour effet d'augmenter la profondeur des blancs sur le galvano et d'éviter qu'ils ne maculent à l'impression.

La toilette du moule étant terminée, il faut le rendre apte à recevoir le dépôt électrolytique car la cire n'est pas conductrice de l'électricité.

On procède en premier lieu à la pose des « conducteurs », petites plaquettes de cuivre percées d'un trou destiné au passage du crochet de suspension. Les conducteurs ferment le circuit élec-

trique. Ils sont chauffés légèrement et enfoncés dans la cire, à la partie supérieure du moule, de telle façon qu'ils affleurent la surface de la cire et permettent l'introduction du crochet de suspension. Les conducteurs sont soigneusement grattés pour enlever la cire aux contacts. Ils doivent être larges pour faciliter l'amorce du dépôt électrolytique.

On peut également, au lieu de poser des conducteurs, mettre le plomb de la semelle à nu, par endroits, autour de la surface utile du moule. Dans ce procédé le crochet de suspension est placé directement au contact de la semelle plomb qui sert d'intermédiaire pour fermer le circuit électrique.

Le moule est ensuite soumis pendant une dizaine de minutes à l'action d'une plombagineuse, ou plombaginé à la main en frottant longuement au moyen d'une brosse douce en blaireau.

Ce graphitage rend la surface du moule conductrice et par conséquent, apte à recevoir le dépôt électrolytique. C'est une opération très importante dont dépend, en grande partie, la bonne exécution d'un galvano. Elle doit être faite avec soin et sans précipitation, sinon la pellicule métallique déposée serait pleine de trous et inutilisable.

La plombagine employée est un graphite tendre, onctueux au toucher, exempt de tous corps étrangers et bon conducteur de l'électricité.

Après plombaginage, le moule est soumis à l'action d'un jet d'air comprimé qui chasse les grains de plombagine restés dans les creux.

On limite la surface du dépôt en passant une lame métallique chauffée sur les emplacements qui ne doivent pas être soumis à l'électrolyse. Sous l'action du « fer à isoler » ou « fer à arrêter » (fig. 48), la cire fond, la plombagine s'intègre à la cire et la surface n'est plus conductrice. On laisse un bon centimètre autour de l'œil de façon à constituer des bords qui soutiendront le galvano aux opérations de terminaison. L'isolement doit être fait soigneusement et surtout sur la semelle de plomb qui, sans cette précaution, se recouvrirait pendant l'électrolyse d'un dépôt métallique (fig. 49).

Le moule isolé est soumis à un dernier nettoyage par jet d'air comprimé, puis par jet d'eau. On verse ensuite, quelquefois sur

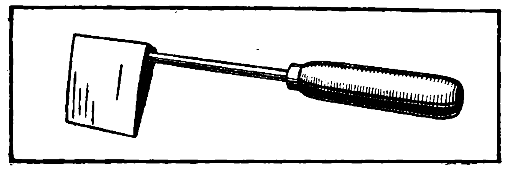


Fig. 48. — Fer à isoler.

la surface du moule, une solution diluée d'alcool à brûler, ce qui facilite le dégagement des bulles d'air lors de l'immersion dans le bain. On suspend le moule au pôle négatif dans la cuve de cuivrage ou de nickelage.

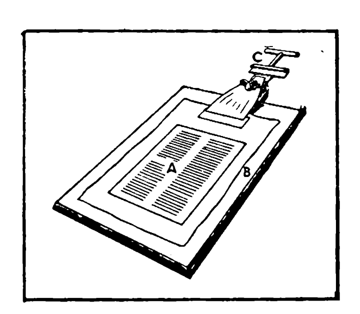


Fig. 49. — Moule préparé pour la mise au bain.
A : Surface utile
B : Surface isolée
C : Conducteur

Un moule plombaginé introduit dans une cuve électrolytique se recouvre de cuivre lentement et de proche en proche à partir de l'amorce de départ. Ce départ peut être rendu presque instantané en métallisant le moule avant mise au bain.

319 — MÉTALLISATION DES MOULES

La couche de plombagine déposée à la surface des moules est infime et ceci ralentit considérablement la marche de l'électrolyse dans ses débuts.

La métallisation a pour but de déposer du cuivre sur la surface utile du moule.

On utilise pour cela, la propriété que possède le fer de déplacer le cuivre de sa solution de sulfate en libérant le métal cuivre qui se dépose sur le moule.

On procède de la manière suivante : verser sur le moule, à plat, un peu de solution de sulfate de cuivre peu acidulée. Saupoudrer de limaille de fer très fine. En agitant le moule, la réaction se produit; le fer prend la place du cuivre et ce dernier se dépose sur le moule. La couche obtenue est infime et s'enlève par simple frottement, mais elle est suffisante pour augmenter considérablement la conductibilité.

L'inconvénient majeur de la métallisation est que la chaleur dégagée par la réaction peut ramollir la cire et diminuer la fidélité de la reproduction, surtout lorsqu'il s'agit de similis très fins.

La métallisation peut donc se faire pour des travaux courants. Elle est à écarter pour ceux qui présentent une très grande finesse.

MOULAGE AU CELLULOÏD

321 — Mode opératoire

Le celluloïd en feuilles de 8 à 10 dixièmes de mm d'épaisseur est une des matières qui remplace la cire dans les moulages galvanotypiques. Mais il se rétracte sensiblement, ce qui le rend difficilement utilisable pour les travaux en repérage. D'autre part, sa grande inflammabilité est une source de danger d'incendie. Sa manipulation et son stockage sont soumis à des règlements de police très stricts. En particulier, l'emploi du gaz comme moyen de chauffage doit être évité.

Le celluloïd, n'étant pas conducteur de l'électricité et la plombagine n'adhérant pas par simple brossage sur sa surface polie, doit avant moulage recevoir une des deux préparations suivantes :

1° Enduire sa surface d'une dissolution de cire d'abeilles ou de caoutchouc dans la benzine. Laisser sécher et plombaginer.

2° Ramollir sa surface en l'enduisant d'un mélange d'alcool et d'acétone ou de lactate d'éthyle qui ont la propriété de dissoudre le celluloïd puis plombaginer avant séchage complet.

Le moulage s'effectue sur une presse de faible puissance permettant une mise en pression rapide (presse hydraulique ou presse

à genouillère). Sa desserte avant porte un marbre chauffant assurant une température constante et réglable dans un intervalle compris entre 100 et 150° C (fig. 50).

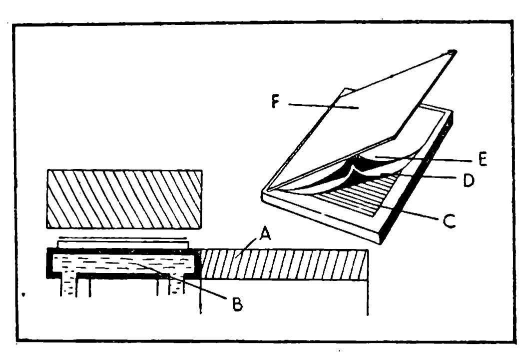


Fig. 50. — Moulage au celluloïd.

A : Marbre chauffant.
B : Marbre refroidi par circulation d'eau.
C : Type.
D : Feuille de celluloïd plombaginée.
E : Habillage.
F : Carton.

La platine inférieure de la presse, de niveau avec le marbre chauffant, est le plus souvent refroidie par circulation d'eau.

— La forme imposée et révisée est déposée sur le marbre chauffant. Le garnissage des blancs de la forme est inutile.

— La feuille de celluloïd plombaginée est déposée sur la forme et recouverte de feuilles de papier journal et d'un blanchet mou constituant l'habillage qui permet de faire varier la profondeur des blancs.

Après avoir vérifié la température en soulevant légèrement l'habillage et en tâtant le celluloïd qui doit être très mou, glisser l'ensemble rapidement sous la presse froide. Maintenir une légère pression pendant le refroidissement.

Le celluloïd, rendu plastique par la température, se refroidit brusquement, après avoir pénétré sous l'influence de la pression dans les reliefs de la forme. Il se durcit pendant le refroidissement, en gardant une empreinte fidèle de la composition typogra-

phique ou de la gravure. Ce refroidissement s'accompagne d'un retrait sensible du celluloïd qui atteint quelquefois plus d'un pour cent des dimensions de l'original.

Ne pas oublier qu'un marbre trop chauffé risque de faire enflammer la feuille de celluloïd qui dégage avant de prendre feu une forte odeur de camphre.

L'habillage joue un grand rôle dans la qualité des blancs mais c'est principalement la température de la forme au moment de la mise sous presse qui influe sur la qualité du moulage. L'insuffisance d'œil est due à un ramollissement incomplet du celluloïd provoqué par un manque de chauffage. Dans le cas d'un moule flou, malgré une température et une pression suffisantes, vérifier la hauteur de l'original par rapport aux garnitures de soutien et l'amener au même niveau au moyen d'une mise de dessous.

Le décollage du moule s'effectue avec la plus grande facilité en raison de la grande élasticité du produit qui permet de procéder sans aucun ménagement.

Le moule en celluloïd est fixé sur une plaque de plomb ou de bakélite pour la mise au bain. On peut aussi le coller sur une « boîte en cire peu épaisse », soit en frottant les bords du celluloïd avec un chiffon imbibé d'acétone, soit en coulant de la cire à cheval sur les bords et sur la boîte. Le moule est passé ensuite à la plombagineuse, pour que la cire rendue conductrice permette le passage du courant à la surface du celluloïd. Le moule est enfin isolé, métallisé et mis au bain dans les mêmes conditions qu'un moule en cire.

MOULAGE AUX PLASTIQUES

322 — Moulage aux plastiques vinyliques

L'inflammabilité du celluloïd, son peu de stabilité à la chaleur et à l'humidité ont poussé les chercheurs vers des matières plastiques ne présentant aucun danger d'incendie ni de retrait sensible

au moulage et se moulant à des températures plus basses permettant le moulage des bois gravés ainsi que des clichés de photogravure montés sur semelles bois.

Actuellement les fabrications sont orientées vers les matières vinyliques à base de chlorure ou d'acétate de polyvinyle.

Ces matières se présentent sous l'aspect de feuilles de 8 à 10/10es de mm. Elles sont dures à la température ordinaire et deviennent plastiques à température d'autant plus basse qu'elles contiennent plus de plastifiant.

Le moulage s'effectue selon la technique du moulage au celluloïd, mais avec les variantes suivantes :

La feuille de plastique, non conductrice, peut être plombaginée par simple brossage à chaud, sans subir de traitement préalable.

La forme est réchauffée à une température légèrement inférieure à la température de ramollissement de la feuille de plastique. Celle-ci est posée à même le marbre chauffant. Dès qu'elle est devenue plastique, il faut opérer très rapidement. Poser la feuille ramollie sur la forme; recouvrir d'un habillage (feuilles de papier et blanchets mous) et glisser sous la presse froide. Le refroidissement s'effectue sous une pression sensiblement équivalente à celle nécessitée pour le moulage au celluloïd.

La principale cause d'un mauvais moulage est (outre celles déjà relatées pour le moulage au celluloïd) un délai trop long entre la pose de la feuille de plastique sur la forme et sa mise en pression. Cette opération demande à être exécutée avec diligence, car la matière plastique se refroidit avec une très grande rapidité au contact de la forme.

Il peut arriver que la feuille se perce. Le défaut se produit, soit parce que la feuille est trop mince, soit parce que la température de la forme est trop élevée.

Certaines presses sont munies d'un plateau chauffant mobile pouvant se rabattre sur l'œil de la forme placée sur le marbre de préchauffage.

La feuille plastique placée entre la forme et ce plateau mobile est rapidement portée à la température nécessaire.

Il suffit de relever le plateau mobile afin de placer le blanchet sur la feuille puis de pousser la forme sous presse.

Ce dispositif rend le moulage plus rapide; il peut être complété par un système ayant pour but de refroidir complètement et rapidement la forme à sa sortie de la presse et qui consiste en un marbre à circulation d'eau sur lequel glisse la forme, et d'un plateau mobile, également à circulation d'eau, que l'on vient rabattre sur la forme.

Les feuilles de plastique peuvent être réutilisées un certain nombre de fois. Le relief du moulage précédent est effacé par simple brossage à chaud, particularité que le celluloïd ne présente pas.

La mise au bain d'un moulage au chlorure de vinyle se fait dans les mêmes conditions que celle d'un moule en celluloïd.

Le retrait au moulage varie suivant les caractéristiques du produit et peut être réduit à moins de 3 pour mille en prenant soin de ne pas effectuer le démoulage avant refroidissement complet de la forme.

Pour l'exécution des travaux en repérage il convient en outre :

1° De remplir les blancs avec des garnitures de hauteur d'œil;

2° De vérifier que les feuilles plastiques utilisées sont toutes identiques entre elles, de même épaisseur et de même disposition par rapport au sens de fabrication;

3° D'effectuer le chauffage, la pressée et le refroidissement dans des conditions rigoureusement comparables.

MOULAGE AU TENAPLATE

323 — Mode opératoire

Le « Tenaplate » (importé d'Amérique) est formé d'une couche d'une composition plastique à froid recouverte d'une pellicule de cire plombaginée et reposant sur une semelle d'aluminium d'environ 1/10e de mm d'épaisseur.

La technique du moulage est la suivante :

A l'imposition, il est préférable de surélever les similigravures d'environ 1/10e de mm au-dessus du texte lorsqu'il s'agit de pages mixtes comprenant textes et gravures. Les garnitures de soutien doivent avoir une largeur de 2 cm au minimum.

La forme révisée est nettoyée à la benzine, séchée parfaitement, puis plombaginée pour éviter l'adhérence. Le garnissage des blancs est inutile.

La feuille de Tenaplate étant posée sur la forme et recouverte d'un habillage, on glisse le tout sous la presse froide; la pression nécessaire est très supérieure à celle que demanderait le même moulage exécuté à la cire.

L'habillage peut être composé d'une feuille de caoutchouc d'environ 6/10es de mm d'épaisseur (feuille anglaise en para pur), d'un drap de 4 mm, d'une plaque de carton de relieur de 6 à 8 mm et de papier journal. L'ordre des composants de cet habillage varie suivant la nature des originaux.

Si le moule décollé est jugé insuffisant, on peut le replacer sur la forme après avoir tiédi la face utile à la flamme en prenant garde de ne pas faire fondre la pellicule de cire. Donner une deuxième pression sans retourner l'habillage pour diminuer les risques de doublage.

Pour décoller le moule, relever d'abord les coins, en passant d'un coin à son opposé. Puis la main gauche à plat sur la forme, décoller la périphérie en glissant le doigt sous les bords du Ténaplate en passant toujours d'un bord à son opposé, ce qui évitera la déformation du moule. Un décollage trop difficile vient d'une pression trop élevée ou d'une forme insuffisamment sèche.

Le moule en Ténaplate peut être relevé comme un moule en cire et il est mis au bain dans les mêmes conditions qu'un moule en celluloïd.

Le prix de revient du Ténaplate est assez élevé et il ne peut servir qu'une fois.

MOULAGE AU PLOMB

324 — Mode opératoire

Le moulage des clichés de photogravure, zinc ou cuivre, destinés à des tirages en couleurs ou de grande finesse, se fait à la feuille de plomb pur de première fusion, d'une épaisseur de 8/10es de mm à 1 mm. Le moulage au plomb, effectué à froid, donne des résultats remarquables quant à la finesse des reproductions caractérisées par l'absence de retrait.

L'inconvénient est qu'il nécessite des pressions élevées, difficilement supportables pour les originaux en zinc.

Les feuilles de plomb laminé sont rabotées afin de lisser au maximum la surface. A défaut de rabotage on peut les frotter avec une brosse fine en laiton. Lorsque la feuille présente des défauts dus au laminage (protubérances, soufflures), on la réserve au moulage des clichés trait où il est possible de faire coïncider les défauts avec des parties non imprimantes.

Pour éviter une trop forte adhérence du dépôt électrolytique au plomb et faciliter le décollage de la coquille, on enduit au pinceau la surface du plomb d'une encaustique très fluide et on laisse sécher. On peut en outre la plombaginer.

Avant moulage, les clichés de photogravure sont nettoyés à la benzine, posés sur un marbre en acier et entourés d'un cadre de soutien de même épaisseur. Des lamelles de zinc disposées en ailes de moulin autour des originaux suffisent amplement.

La feuille de plomb préparée est posée sur la forme et recouverte d'un habillage d'une trentaine de feuilles de papier journal. On peut mettre moins de ces feuilles à condition d'ajouter un blanchet dur. L'air emprisonné entre les différentes couches de papier joue un rôle amortisseur et laisse une certaine souplesse à la feuille de plomb qui épouse ainsi plus facilement les contours de l'original.

La pression est très élevée : 600 kilos par cm² de surface pressée pour un simili de moyenne finesse. Elle varie dans les

limites de 20 % en plus ou en moins suivant la nature des originaux. La pression doit être calculée exactement, compte tenu des blancs, car si elle était trop forte, elle rendrait difficile le décollage du moule et pourrait en outre provoquer l'écrasement du cliché type. Par contre, une pression trop faible donnerait un moulage flou, celui-ci pourrait également provenir de garnitures trop hautes par rapport aux originaux. Les blocs-semelles en plomb sont à rejeter pour l'imposition car le plomb est un métal tendre qui cède à ces pressions élevées ce qui nuit à l'obtention de bons moulages.

Les moulages au plomb, de petite surface, sont effectués en une seule pression. Les autres sont moulés par pressions successives.

Cette opération appelée *moulage par sections*, s'effectue sur une presse équipée d'une manière spéciale. Le sommier supérieur bien plus étroit que la platine inférieure comporte une section plane, d'une dizaine de centimètres de largeur, placée entre deux sections très légèrement biseautées et larges de 7 à 8 cm.

La platine inférieure est munie d'un système permettant d'échelonner ses déplacements successifs d'une valeur égale à la

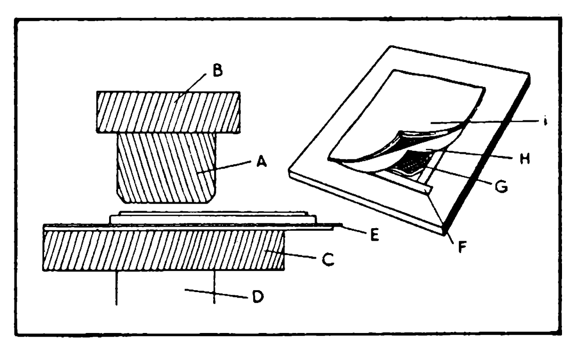


Fig. 51. — Moulage au plomb.

A : Semelle
B : Sommier
C : Platine inférieure
D : Piston
E : Plateau mobile
F : Cadre de soutien
G : Type (cliché de photogravure)
H : Feuille de plomb
I : Habillage (papier journal)

largeur utile du sommier supérieur. Après chaque pression, on avance les clichés types de 10 cm jusqu'à ce que la surface entière ait été moulée. Ce subterfuge évite l'emploi de presses trop puissantes. On utilise ainsi au mieux toute la puissance de la presse sur une petite surface (fig. 51).

Le moule adhère en général fortement aux gravures comportant des grands creux. Le décollage du moule doit être effectué en prenant grand soin de ne pas amener de déformations qui se répercuteraient ensuite sur la coquille. Si l'on constate une adhérence notable, placer le moule sur un marbre, le cliché type au-dessus. Tapoter légèrement le type avec une règle plate, puis engager le tranchant d'une lame de couteau sous le biseau et effectuer une traction modérée tout en maintenant une légère pression de la main restée libre sur le centre du type. Répéter si nécessaire cette traction sur les 4 coins du type en faisant appel à son élasticité tout en évitant de déformer le moule très malléable.

On peut aussi diminuer l'adhérence en laissant tomber bien à plat sur le marbre l'ensemble moule-type.

Le moule en plomb est mis au bain dans les mêmes conditions qu'un moule en celluloïd. Toutefois, le plombaginage et la métallisation sont inutiles, le plomb étant conducteur de l'électricité. Le clouage se fait à l'aide de clous cuivrés (éviter les clous en acier qui précipitent le cuivre lors de l'immersion dans le bain ou prendre la précaution de les recouvrir de cire).

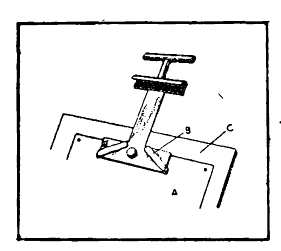


Fig. 52. — Mise au bain d'un moulage au plomb.
A : Moule (feuille de plomb)
B : Conducteur
C : Semelle isolée

Si le moule est cloué sur semelle plomb, la pose de conducteurs est inutile. Les crochets de suspension sont fixés sur la semelle en plomb qui conduira le courant et fermera le circuit électrique par l'intermédiaire des clous (fig. 52).

Si le moule est fixé sur une boîte en cire, on utilise des crochets spéciaux avec des conducteurs qui viennent s'appuyer sur la surface du moule.

ARGENTURE DES MOULES

325 — Mode opératoire

Il existe un procédé récent qui remplace avantageusement le graphitage. Il consiste à déposer par pulvérisation à la surface des moules une pellicule très mince d'argent métallique.

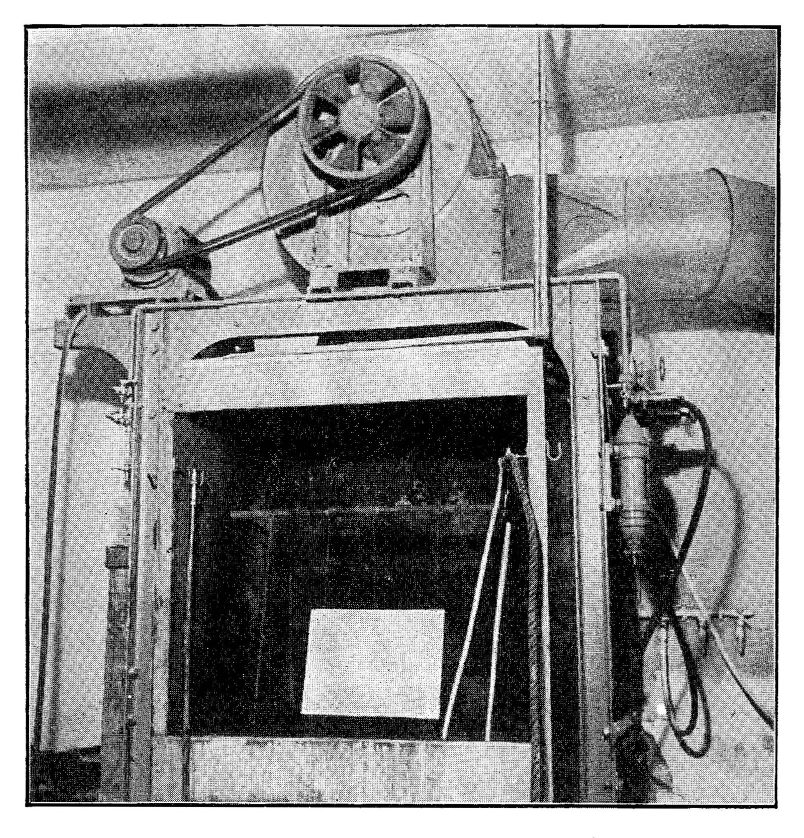
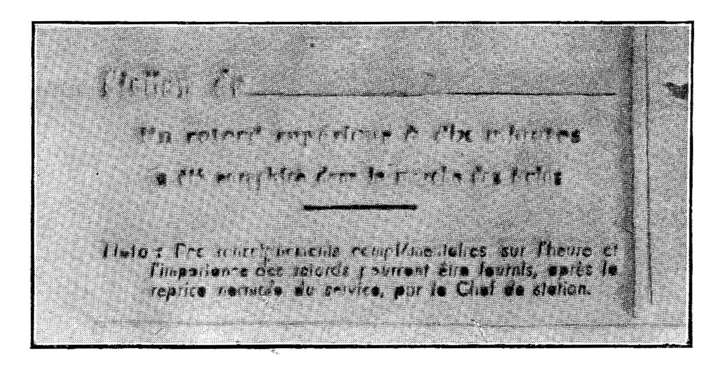
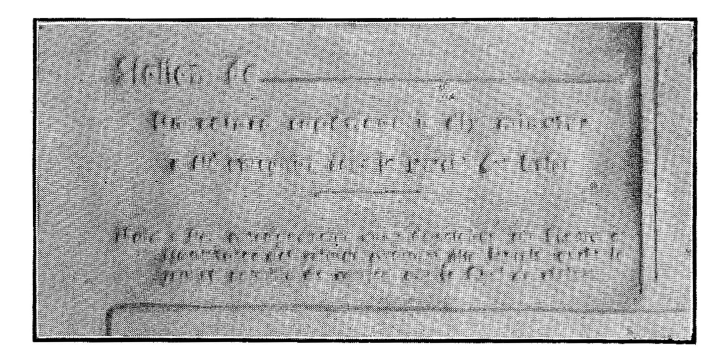


Fig. 53. — Cabine d'argenture (procédé Métaplast).

La pulvérisation est exécutée par projection simultanée de deux solutions, l'une de nitrate d'argent amoniacal et l'autre d'un



Moulage plombaginé après immersion pendant une heure et demie



Moulage argenté suivant nouvelle méthode après une heure et demie d'immersion

Il est à noter que le recouvrement de cuivre s'est fait instantanément dès la mise au bain

Fig. 54. — Comparaison des dépôts sur moule argenté et sur moule plombaginé.

réducteur organique par exemple l'aldéhyde formique, au moyen de pistolets analogues à ceux utilisés en peinture mais portant une double buse et fonctionnant à l'air comprimé.

La préparation des moules nécessite certaines précautions. Il s'agit en premier lieu d'effectuer un dégraissage énergique par pulvérisation ou brossage avec une solution de phosphate trisodique. Ce dégraissage est suivi après rinçage, d'une opération dite de « sensibilisation ». Cette opération, qui a pour but de rendre la surface du moule apte à recevoir la couche d'argent métallique, s'exécute en projetant sur la surface du moule une solution composée de chlorure d'étain et d'acide chlorhydrique.

C'est en quelque sorte appliquer à ce cas particulier le principe du mordançage. La sensibilisation est suivie de l'argenture proprement dite. L'opération s'exécute très rapidement dans une cabine à pupitre, pour l'évacuation des vapeurs irritantes et dangereuses à respirer (fig. 53).

Les moules argentés, dès leur mise au bain, se recouvrent instantanément de cuivre sur toute leur surface, la couche d'argent étant 4.000 fois plus conductrice que le même moule plombaginé.

Il résulte de la rapidité initiale du dépôt de cuivre, que la coquille obtenue sur ce moule argenté est d'une épaisseur régulière et ne présente pas de faiblesse aux points difficiles à cuivrer, comme dans le cas des moules plombaginés.

Le dépôt direct de nickel sur les moules argentés s'effectue avec autant de facilité, aucune des opérations antérieures n'étant modifiée.

CHAPITRE VI

BAINS GALVANOTYPIQUES

BAINS DE CUIVRE

341 — Cuve d'électrolyse

Les cuves sont en chêne doublé d'un revêtement en plomb, en gutta-percha, en chlorure de vinyle ou en caoutchouc (fig. 55).

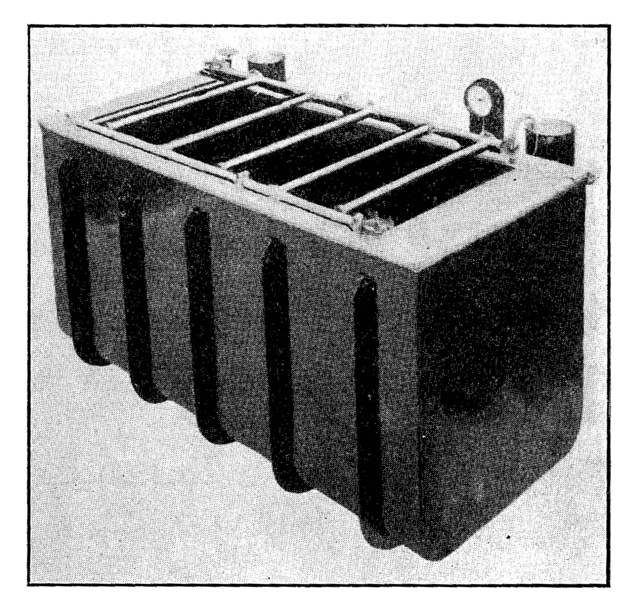


Fig. 55. — Cuve de galvanotypie.

Dans une électrolyse rapide sous une forte intensité de courant, le revêtement en plomb non recouvert aurait tendance à jouer le rôle d'une électrode bi-polaire. Il se recouvrirait de cuivre au voisinage de la cathode tandis qu'il y aurait production d'acide sulfurique et légère attaque du revêtement au voisinage de l'anode.

Ce phénomène est surtout marqué quand les électrodes sont très rapprochées des parois. L'inconvénient disparaît pour les cuves plus vastes.

L'emploi de l'ardoise pour les dépôts de cuivre est à prohiber. La cuve est attaquée par l'acide; elle se désagrège lentement et le dépôt manque d'homogénéité.

La contenance moyenne des cuves de forme rectangulaire utilisées est de 500 à 1.000 litres; mais pour les bains rapides on a tendance à prendre de plus petites cuves ne dépassant pas 400 litres.

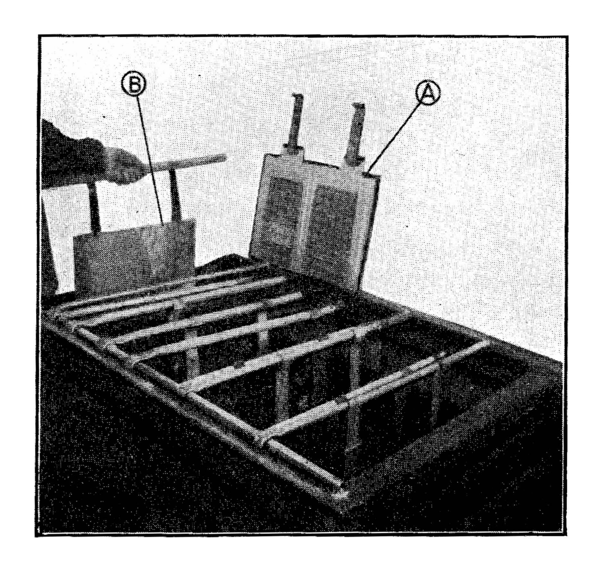


Fig. 55 *bis.* — Cuve de galvanotypie.

B : Anode de cuivre A : Moule recouvert de cuivre (sorti du bain)

De chaque côté de la cuve se trouve une barre de cuivre reliée au pôle du générateur d'électricité, l'une positive, l'autre négative. D'autres barres de cuivre sont disposées transversalement et reposent les unes sur la barre positive, les autres sur la barre négative (fig. 55 *bis*).

Les premières sont les barres porte-anodes, les autres porte-moules. Toutes ces barres et tous les contacts électriques doivent être maintenus très propres. La surface des barres et des contacts est la plus large possible. La section des barres d'amenée de courant doit être proportionnelle à l'intensité qui les traverse. On compte en général au minimum 1 mm^2 par ampère.

L'agitation de l'électrolyte est généralement obtenue par air comprimé. Dans le fond de la cuve est disposé un serpentin en plomb percé de petits trous et relié à une canalisation d'air comprimé. En se dégageant, cet air provoque des remous dans la solution et donc une agitation continue. L'air comprimé est fourni par la distribution d'air comprimé urbaine (à Paris) ou par un compresseur spécial.

L'agitation peut également se faire par mouvement des moules ou tout autre dispositif mécanique.

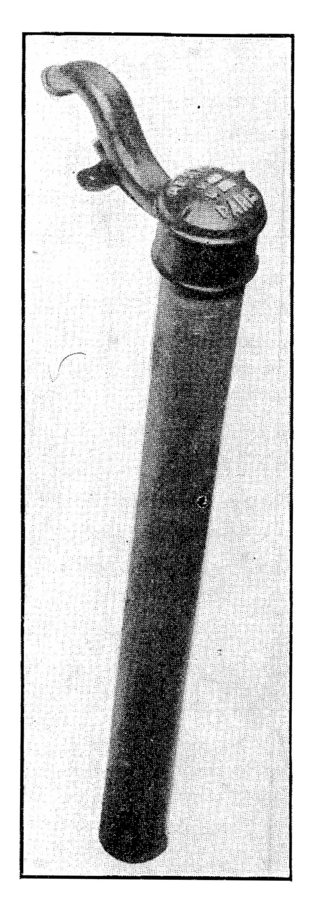


Fig. 56.
Thermo-plongeur (Pernix)

Le chauffage de l'électrolyte peut se réaliser de deux manières :

1° Lorsque l'atelier dispose d'une distribution d'eau chaude ou de vapeur, on établit une dérivation qui circule dans un serpentin en plomb, reposant dans le fond de la cuve. Un mélangeur permet le réglage de l'admission en eau chaude, tiède ou froide.

2° Par chauffage électrique : on fait baigner dans la solution une forte résistance protégée par une gaine de plomb (thermoplongeur) (fig. 56).

342 — Anodes et crochets de suspension

Les anodes sont des plaques de cuivre pur. Il n'est pas nécessaire que ce soit du cuivre électrolytique. Il faut les rincer chaque jour pour enlever la couche d'oxyde cuivreux dont elles se recouvrent en cours d'électrolyse.

La surface des anodes doit être sensiblement égale à celle des moules, en principe un peu plus petite, mais jamais plus grande.

Anodes et moules sont accrochés aux barres transversales anodiques et cathodiques par des crochets de suspension en cuivre. Ces crochets ont des contacts larges épousant étroitement la courbure des barres cylindriques. Ils doivent être maintenus dans un grand état de propreté pour éviter des résistances qui provoqueraient des chutes de tension.

Il est préférable de recouvrir de plomb la région de contact entre les crochets et l'anode. On perce un trou au milieu de l'anode à un centimètre environ du bord supérieur. A l'aide d'un fil de cuivre, on relie solidement l'anode au crochet et on enserre la ligature dans un moule en bois. Le plomb est coulé par l'ouverture du moule. Après refroidissement, l'anode est solidement maintenue au crochet par cette armature en plomb. Ce système a l'avantage de la solidité,

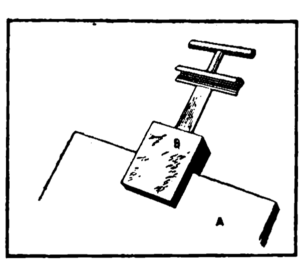


Fig. 57. — Anode et crochet de suspension.
A : Anode
B : Armature en plomb antimonié

d'un bon contact. Il permet de plonger complètement l'anode dans le bain (fig. 57).

On utilise les rognures de cuivre comme anode en les mettant dans un panier en plomb antimonié largement percé sur les deux faces de trous de forte section (fig. 58). Le contact est établi par les pattes d'attaches du panier qui reposent sur la barre porte-anodes. Il est prudent de prévoir un conducteur mobile (large lamelle de cuivre) reliant directement les rognures de cuivre à la barre.

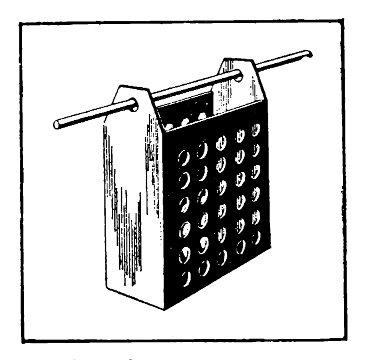


Fig. 58. — Panier de récupération.

Pour la suspension des moules, il existe différents modèles de crochets.

La suspension mécanique est assurée par des crochets isolés et le contact électrique par des lamelles conductrices de section suffisante, venant reposer sur une région bonne conductrice par exemple une autre lamelle de cuivre faisant corps avec le moule.

En aucun cas, les crochets conducteurs ne doivent tremper dans l'électrolyte. Ils seraient rongés à l'anode ou bien se recouvriraient de cuivre à la cathode.

343 — Entretien du bain

Le bain est maintenu propre et écumé pour enlever les corps étrangers en suspension. Les barres et les crochets sont nettoyés à la ponce en poudre ou à la toile émeri. Les anodes sont rincées au jet d'eau.

Les barres sont mises en place, une barre porte-anodes entre deux barres porte-moules. Les anodes servent ainsi sur leurs deux faces. Une surface d'anodes suffisante par rapport à celle des moules est ensuite suspendue aux barres porte-anodes (fig. 59).

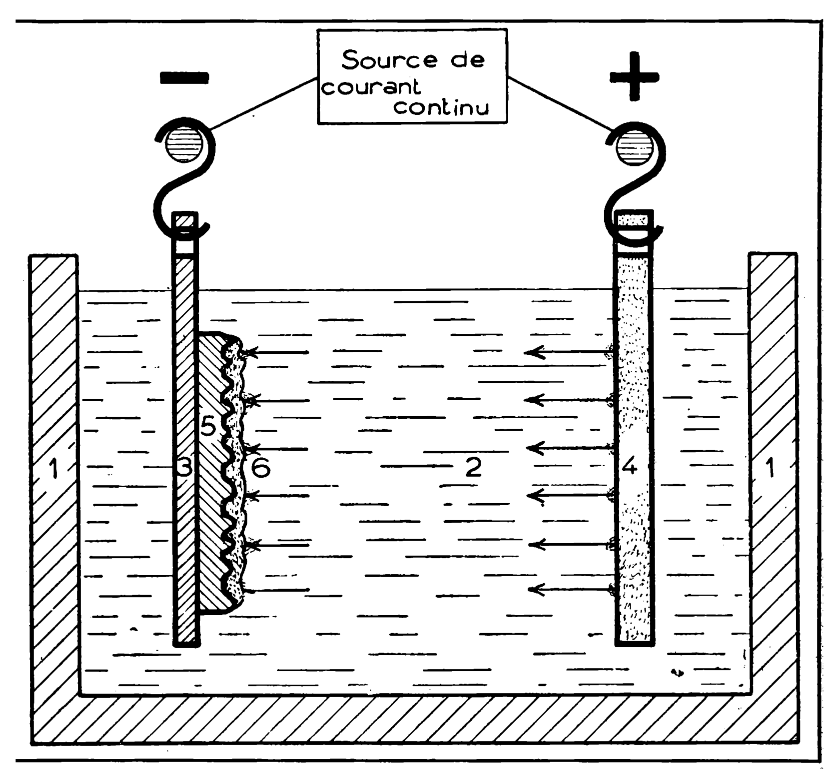


Fig. 59. — Montage d'un bain.

1 : Cuve — 2 : Electrolyte (bain) — 3 : Cathode — 4 : Anode soluble
5 : Moule — 6 : Coquille

Au démarrage, on dispose quelques anodes en cathodes pour diminuer la résistance du bain et éviter de « griller » le premier moule; ces anodes sont dites « compensatrices » ou « pare-feu ».

Puis, les moules sont suspendus à leurs barres et le courant mis progressivement. Pour faciliter le dégagement des bulles d'air le long des moules, on leur imprime avant la suspension deux ou trois fois un mouvement de va-et-vient vertical dans l'électrolyte, ou bien encore, on les arrose d'alcool à brûler dilué.

344 — Marche du bain

Les bains de cuivre sont constitués par une solution de sulfate de cuivre acidulée par l'acide sulfurique. Dans ce bain les ions sont des ions cuivriques ou bivalents; on les représente par les symboles Cu^{++}

$$SO^4Cu \rightleftarrows Cu^{++} + SO^{4--}$$

Il pourrait sembler plus avantageux d'employer des solutions où le cuivre serait à l'état cuivreux ou monovalent Cu^+ puisqu'une même quantité d'électricité permettrait dans ce bain de libérer une quantité de cuivre double de celle libérée dans un bain cuivrique.

Cette infériorité est plus apparente que réelle car les qualités électriques du bain de sulfate-acide ou *bain acide* sont de beaucoup supérieures à celles du bain cuivreux appelé également *bain alcalin*. En effet, le bain acide est très conducteur, de sorte que les pertes de courant sont réduites au minimum et son rendement cathodique est voisin de 100 %.

Enfin le bain acide peut fonctionner dans des limites de composition extrêmement larges et sa conduite est très aisée. Ce sont d'ailleurs des bains acides qui servent en métallurgie à l'affinage du cuivre.

Théoriquement, seul le sulfate de cuivre intervient dans l'électrolyse. Mais si l'on constitue un bain en faisant dissoudre du sulfate de cuivre pur dans l'eau distillée, on constate d'une part que le bain offre une grande résistance au courant et d'autre part que l'électrolyse se fait mal, car il se forme sur les électrodes un dépôt violet d'oxydule de cuivre, Cu^20 en même temps que la solution se trouble.

345 — Action de l'acide sulfurique

L'addition d'une quantité minime d'acide sulfurique au bain a pour effet :

1° D'augmenter la conductivité du bain;
2° D'améliorer le dépôt de cuivre sur la cathode;
3° De conserver sa limpidité à la solution.

En effet, l'acide sulfurique en solution aqueuse est très fortement ionisé.

$$SO^4H^2 \rightleftarrows 2\,H^+ + SO^{4\,--}$$

et comme les ions H^+ sont extrêmement mobiles (7 fois plus que les ions Cu^{++}), le passage du courant en est facilité.

D'autre part, l'acide s'oppose à la formation de composés basiques qui troubleraient la solution.

On pourrait croire que l'addition d'acide sulfurique à une solution de sulfate de cuivre diminue la résistivité de l'électrolyte à la manière d'une résistance R_1 mise en parallèle avec une autre résistance R_2. On sait que dans ce dernier cas, la résistance totale R est telle que :

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Prenons un exemple pratique : la résistivité d'une solution aqueuse contenant 200 g de sulfate de cuivre par litre est de 24,9 ohms, celle d'une eau acidulée contenant 100 g d'acide sulfurique par litre est de 2,46 ohms. En appliquant la formule on obtiendrait 2,27 ohms comme valeur de R alors qu'en effectuant une mesure directe on constate que la résistivité est de 3,31 ohms. Ceci résulte du fait que chacun des deux constituants, dans ce dernier électrolyte, est moins ionisé que s'il était seul en solution et comme la conductivité d'un électrolyte est fonction du nombre et de la mobilité de ses ions, il est évident que le calcul simpliste que nous avions fait ne pouvait être vérifié par l'expérience. Ce fait n'est pas particulier au bain de cuivre et on peut le constater chaque fois que l'on étudie la conductivité des électrolytes contenant un sel métallique et l'acide de ce sel : un sulfate et l'acide sulfurique, un chlorure et l'acide chlorhydrique, etc...

346 — Action du sulfate de cuivre

Ne pas perdre de vue que le constituant essentiel du bain de cuivre est le sulfate de cuivre. L'action de ce sel sur la conductivité est assez complexe. On a constaté notamment que lorsque l'élec-

trolyte contenait moins de 20 g par litre d'acide sulfurique, l'addition de sulfate de cuivre exerçait une action favorable sur la conductivité. Par contre, au delà de cette acidité, la solution devenait d'autant moins conductrice qu'elle contenait plus de sulfate. Malgré la moindre conductivité qui en résulte, on est cependant conduit à employer des concentrations de sulfate de cuivre assez élevées car au cours du fonctionnement du bain, la concentration en sulfate de l'électrolyte diminue à proximité de la cathode.

D'autre part, le sulfate de cuivre est moins soluble dans l'eau acidulée que dans l'eau pure ainsi que le montre le tableau ci-dessous.

347 — Solubilité du sulfate de cuivre a 15 % en présence d'acide sulfurique

Concentration en acide sulfurique (en grammes par litre)	*Solubilité du sulfate de cuivre* (en grammes par litre)
0	395
10	348
20	308
30	280
40	260
50	253
60	245
80	231
100	215

Il est aisé de se rendre compte qu'en ajoutant un excès d'acide sulfurique à une solution concentrée de sulfate de cuivre, on risque de provoquer la cristallisation du sulfate. Ce phénomène est d'autant plus sensible que le bain est plus froid.

348 — Bains lents. Bains rapides

L'électrolyse s'effectue soit au cours de la nuit, en 10 à 14 heures au moyen de *bains lents*, soit au cours de la journée en une ou plusieurs heures en employant des *bains rapides*.

La tension nécessaire au fonctionnement des bains lents étant de 1 volt à 1,5 volt, on groupe en général les cuves en série de 2 ou 3 de façon à mieux utiliser le courant.

Il faut évidemment équilibrer les bains d'une même série en mettant dans chacun d'eux une même surface de moule afin d'obtenir une même densité de courant dans les différentes cuves.

Les bains rapides, nécessitant une tension de 3 à 6 volts, ne sont jamais groupés en série mais bien en parallèle, leur production intense n'exigeant pas l'emploi de grands bains. Ils sont en général logés dans des cuves de petites dimensions munies d'agitateurs (fig. 60).

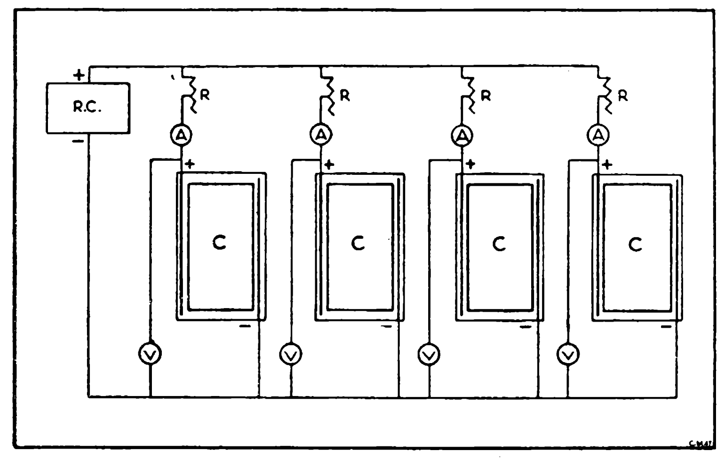


Fig. 60. — Cuves montées en parallèle pour bains rapides.
RC : Redresseur de courant — A : Ampèremètre — V : Voltmètre
R : Rhéostat — C : Cuve

L'énergie dépensée par l'emploi de bains rapides est de beaucoup supérieure à celle nécessitée par les bains lents puisque

cette énergie (en watts-heure) se calcule en multipliant la quantité de courant (en ampères-heure) qui a traversé le bain par la tension (en volts) aux bornes de la cuve.

348 *a* — **Bains lents**

Nous conseillons l'emploi de l'un des deux bains suivants : Soit une solution contenant par litre :

Acide sulfurique à 66° B...	25 g	densité 15° B à la
Sulfate de cuivre cristallisé.	150 g	température de 18°.

Soit une solution plus concentrée contenant par litre :

Acide sulfurique à 66° B...	30 g	densité 17° B à la
Sulfate de cuivre cristallisé.	200 g	température de 18°.

348 *b* — **Bains rapides**

Les bains lents précédents peuvent également s'employer en régime semi-rapide en prenant soin d'agiter violemment le liquide (le plus souvent au moyen d'air comprimé) et en augmentant la tension appliquée aux bornes.

Il est néanmoins préférable d'employer un bain plus conducteur et contenant plus de sulfate de cuivre en se tenant évidemment dans les limites de solubilité indiquées par le tableau précédent.

On peut citer comme bain rapide la solution contenant par litre :

Acide sulfurique à 66° B................	50 g
Sulfate de cuivre cristallisé..............	250 g

La densité à 18° C de cette solution est de 22° B.

On peut ajouter à cette solution 5 g d'acide nitrique afin d'entraver la formation d'oxydule de cuivre. Eviter d'augmenter cette proportion car l'acide nitrique attaque le plomb de revêtement des cuves et d'autre part, sa présence rend plus imprécis le dosage en acide du bain.

Ce bain convenablement agité permet d'obtenir une densité de courant de 8 à 15 amp/dm^2.

On peut encore augmenter la teneur en acide sulfurique en ayant soin de maintenir la température du bain à 25° C minimum,

car une température plus basse provoquerait la cristallisation du sulfate de cuivre ainsi que le laissait prévoir le tableau des solubilités.

Un bain contenant par litre :

Acide sulfurique........................	75 g
Sulfate de cuivre......................	250 g

a une densité de 24° B, à une température de 25° C; il peut travailler à 12 amp/dm². Aux environs de 40° C, il accepte jusqu'à 25 amp/dm².

L'élévation de température diminue en effet la résistivité de l'électrolyte et permet l'emploi de plus fortes densités de courant.

349 — Structure du dépot de cuivre

Le dépôt le plus uni vu au microscope a toujours une structure cristalline. La dimension des cristaux augmente au fur et à mesure que le dépôt prend de l'épaisseur. D'une manière générale, l'aspect cristallin est surtout sensible lorsque le dépôt s'effectue lentement dans un bain insuffisamment concentré. Un cuivre à structure grossièrement cristalline a de mauvaises caractéristiques mécaniques alors qu'au contraire un cuivre à grain fin présente d'intéressantes qualités de résistance à l'usure et à la flexion. On doit donc s'attacher à produire un dépôt à grain fin donnant des coquilles moins susceptibles de se déformer au cours du doublage.

La concentration en acide sulfurique exerce une action favorable sur la structure du métal déposé. En augmentant la conductivité de la solution, il tend à diminuer la formation d'excroissances.

350 — Agents d'addition

Certaines substances, du fait de leur présence dans le bain, améliorent les qualités mécaniques du dépôt de cuivre. Ce sont les agents d'addition.

Le plus anciennement connu est la gélatine qui, à la concentration de 1cg par litre permet d'obtenir des dépôts durs à grains

fins. Les additions de gélatine doivent être faites progressivement en évitant de dépasser la dose favorable car un excès de cette substance produit des dépôts cassants impropres à la galvanotypie.

D'autre part, cette substance disparaît peu à peu de la solution en s'incorporant au dépôt. Il faut en rajouter de temps en temps. L'élimination d'excès de gélatine ne peut être faite qu'en filtrant le bain sur du charbon activé qui a la propriété d'absorber les matières organiques.

Il est préférable d'employer comme agent d'addition l'acide phénolsulfonique à la dose de 1 g de phénol par litre de bain.

On prépare l'acide phénolsulfonique en faisant dissoudre du phénol (acide phénique neige) dans un volume égal d'acide sulfurique à 66° B.

Ces deux produits étant très corrosifs, il est nécessaire de prendre de grandes précautions pour en effectuer la préparation.

On pèse par exemple 1 kg de phénol et 1,900 kg d'acide sulfurique à 66° B.

L'acide sulfurique étant placé dans un récipient ne risquant pas de se fendre à la chaleur (la réaction dégage en effet une chaleur notable), on y verse petit à petit le phénol en agitant doucement avec une baguette de verre. On laisse reposer 48 heures. On obtient alors un produit sirupeux que l'on peut diluer dans un litre d'eau avant de le verser dans les bains ou de le conserver en flacon.

L'action du produit n'est pas immédiate et demande quelques jours avant de se manifester. L'électrolyte change de couleur et devient d'une belle couleur vert-émeraude. On constate également que le grain du dépôt de cuivre devient de plus en plus fin et que le métal est plus dur.

Le produit s'éliminant peu à peu, on doit avoir recours à des additions plus ou moins fréquentes suivant le travail demandé au bain. Son élimination est plus rapide avec les bains rapides agités et chauds qu'avec les bains lents, froids et sans agitation.

Mais comme son action est progressive et s'exerce dans de larges limites de tolérance, le réglage de la bonne concentration en acide phénolsulfonique est facilement réalisable pour tout opérateur doué d'un bon esprit d'observation.

351 — Préparation des bains

Les produits utilisés doivent être de bonne qualité. L'acide sulfurique utilisé doit être de l'acide désarsenié, l'arsenic ayant une action défavorable sur les qualités mécaniques du dépôt. Le sulfate de cuivre doit avoir une pureté de 98 à 99 %.

Verser d'abord l'eau dans la cuve et ajouter avec précautions et petit à petit une partie de l'acide sulfurique. Placer le sulfate de cuivre dans des passoires en grès que l'on fait baigner dans la partie supérieure du liquide. En répandant le sulfate à même la cuve, on aurait les plus grandes difficultés à le faire dissoudre, même en agitant le bain. Verser enfin le restant de l'acide sulfurique.

Pour préparer un bain à forte concentration d'acide et de sulfate, utiliser le dispositif suivant qui accélère considérablement la dissolution du sulfate.

Le sulfate est versé dans une grande trémie dont la partie inférieure est fermée par un tamis. On verse l'eau nécessaire au moyen d'une pomme d'arrosoir sur le sulfate. Avec de l'eau très chaude, la dissolution est presque instantanée.

352 — Anodes

Le cuivre électrolytique laminé écroui fournit les meilleures anodes. D'une part, par leur pureté elles n'introduisent pas de métaux étrangers dans la solution, et d'autre part, leur texture serrée évite une attaque trop rapide du cuivre par l'acide de la solution.

On emploie quelquefois dans un but d'économie des anodes en cuivre électrolytique non laminé. Ces anodes qui se présentent sous forme de plaques rugueuses sont obtenues industriellement par affinage électrolytique.

Du fait de leur structure cristalline, elles présentent l'inconvénient de s'attaquer très rapidement dans les bains qui s'appauvrissent anormalement en acide sulfurique de sorte que leur emploi entraîne une dépense supplémentaire de cuivre et d'acide sulfurique. Leur emploi a de plus l'inconvénient de provoquer la formation de boues qui sont la cause de dépôts rugueux.

353 — Distance anodique

La résistance du bain est évidemment fonction de la distance entre anodes et moules. Pour une même tension, plus cette distance est faible, plus la densité du courant est forte et par conséquent plus la consommation d'énergie est réduite.

On ne descend guère au-dessous de 5 cm. Lorsque l'anode est plus rapprochée de la cathode, le cuivre a tendance à se déposer de préférence sur les parties saillantes du moule qui correspondent aux blancs du cliché.

354 — Echauffement du bain

Le passage du courant échauffe le bain. En service intensif, on peut être amené à refroidir le bain au moyen d'une circulation d'eau passant dans les serpentins en plomb.

Les bains rapides ne fonctionnent convenablement qu'au-dessus de 25° C. Il peut être nécessaire de prévoir un réchauffement du bain lors de la mise en service, puis un refroidissement au bout d'un certain temps. Le refroidissement et le réchauffage du bain peuvent être rendus automatiques par l'emploi d'un dispositif thermostatique approprié.

355 — Conduite des bains

Nous avons déjà vu que les caractéristiques électriques des bains sont liés aux concentrations relatives de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique. Nous verrons plus loin les procédés simples permettant de doser ces deux éléments.

Théoriquement, le fonctionnement des bains ne devrait pas entraîner de modifications dans leur composition. En réalité, il se dissout un peu plus de cuivre aux anodes qu'il ne s'en dépose sur les cathodes, de sorte que le bain tend à s'appauvrir en acide sulfurique et à s'enrichir en sulfate de cuivre.

D'autre part, les moules entraînent hors de la cuve une petite quantité de la solution lorsqu'on les retire une fois le dépôt terminé. En outre, l'évaporation très intense dans les bains chauds tend à augmenter la concentration de la solution. On est enfin amené à rétablir le niveau en ajoutant de l'eau et ces divers facteurs modifient la composition des bains.

356 — Mesures de la conductivité

Les mesures de densité par l'aréomètre ne renseignent qu'imparfaitement sur les changements survenus dans la solution. Elles n'indiquent que la concentration totale en acide sulfurique et en sulfate de cuivre. La mesure de la conductibilité donne des renseignements beaucoup plus précieux. On néglige trop souvent cet élément. On croit, à tort, qu'elle nécessite un appareillage coûteux et d'un maniement délicat. Tout atelier de galvanotypie devrait posséder un cathomètre, que l'on peut aisément réaliser soi-même. Il est constitué par un ampèremètre relié à deux électrodes auxiliaires de surface convenable (fig. 61). Les deux électrodes (en cuivre pour un bain de cuivre) sont séparés par une feuille de

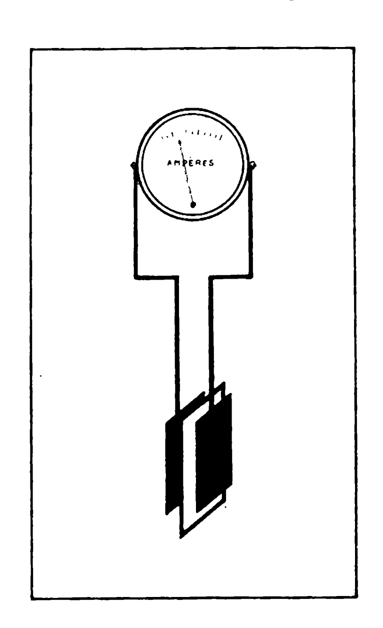


Fig. 61. — Cathomètre.

matière isolante. En plaçant les deux électrodes entre l'anode et le moule à étudier, parallèlement à leurs deux surfaces, le courant passe de l'anode à la première électrode auxiliaire qui joue le rôle de cathode, puis traverse l'ampèremètre en agissant sur celui-ci, enfin, repart de la deuxième électrode auxiliaire pour parvenir au moule. Les indications fournies par l'ampèremètre donnent une idée assez approchée de la valeur moyenne de la densité de courant.

Les dimensions des électrodes auxiliaires doivent évidemment être proportionnées à la sensibilité de l'ampèremètre et au type de bain que l'on propose de vérifier. En donnant par exemple une surface de 0,1 dm^2 aux électrodes et avec un ampèremètre gradué jusqu'à 2 ampères, une déviation de 1,5 ampère correspondra à une densité de courant de 15 ampères/dm^2. On pourra constituer des jeux d'électrodes auxiliaires correspondant aux différents ordres de grandeur de densité de courant que l'on se propose de mesurer.

En procédant à ces mesures périodiquement, en s'astreignant d'opérer sous une même différence de potentiel et à une même température, on peut suivre l'évolution de la conductibilité des bains.

Si l'on observe par exemple qu'une baisse de conductibilité s'accompagne d'une baisse de densité mesurée à l'aréomètre, on pourra en déduire un appauvrissement en acide et en sulfate. Si par contre, cette baisse de conductibilité se produit alors que la densité de la solution est restée inchangée, on en déduira un appauvrissement en acide et un enrichissement en sulfate.

357 — Aspect du dépot. Incidents

L'aspect du dépôt de cuivre doit également faire l'objet d'observations minutieuses. Normalement, le cuivre doit avoir un grain fin et une couleur rose saumon.

Un dépôt rugueux est l'indice d'un manque d'acide. Il peut encore être causé par la présence de particules flottant dans le bain.

Un dépôt cristallin peut être causé par un dépôt trop lent ou par un bain trop froid ou trop dilué.

La présence de fines aiguilles indique la présence de métaux étrangers, le plus souvent du fer.

Les *bourgeonnements* sont provoqués par un manque d'acide.

Les traînées brunâtres indiquent le plus souvent la présence d'arsenic.

Un dépôt rougeâtre pulvérulent (principalement aux angles) indique une densité de courant trop forte ou une agitation insuffisante.

On voit donc qu'en pratique, les dépôts défectueux sont dus pour la plupart à un déséquilibre entre les proportions relatives d'acide et de sulfate, à un mauvais réglage de la densité de courant ou à une insuffisance d'agitation.

358 — Purification des bains

Si l'on prend le soin de constituer les bains avec des produits purs, si l'on emploie des anodes de bonne qualité et si l'on évite d'introduire des corps étrangers dans les bains, ceux-ci ne se polluent pas et peuvent fournir de bons dépôts pendant de longues années. S'il ne peut être question d'éliminer les impuretés d'un bain contaminé, on doit cependant ne pas perdre de vue qu'avant de rejeter une solution qui, bien qu'ayant une concentration en acide et en sulfate correcte, donne malgré le recours aux agents d'addition des dépôts défectueux, on doit procéder au traitement suivant :

1° Filtrer la solution dans un filtre en tissu convenable (il existe des tissus en chlorure de vinyle qui résistent parfaitement à l'acide sulfurique et qui ont l'avantage de se colmater très difficilement).

2° Faire passer lentement la solution dans un deuxième filtre bourré de charbon activé qui présente la particularité de retenir les matières organiques.

3° Reverser le bain ainsi filtré dans la cuve soigneusement nettoyée et rincée.

4° Faire fonctionner le bain à son régime maximum en faisant déposer le cuivre sur des plaques de cuivre ou de plomb.

Lorsqu'un bain après un tel traitement se révèle impropre à la galvanotypie, on peut avant de le rejeter, en extraire le cuivre en le faisant fonctionner jusqu'à épuisement, avec des anodes insolubles en plomb antimonieux. Le cuivre recueilli à la cathode possède une grande valeur marchande. La solution résiduelle s'est enrichie en acide sulfurique et il convient de la neutraliser au moyen de chaux ou de craie avant de la jeter à l'égout afin d'éviter de détériorer les canalisations.

On peut encore précipiter le cuivre en plaçant des déchets de zinc ou de fer dans le vieux bain. Le cuivre pulvérulent obtenu est vendu aux affineurs. En raison de la présence d'acide libre, il se dégage au début de la réaction, de l'hydrogène. Il est donc prudent d'assurer une énergique ventilation afin d'écarter tout danger d'explosion.

359 — Bains cyanurés

Ces bains ne sont employés en galvanotypie que pour les opérations de dégraissage-cuivrage avant nickelage des stéréos.

Ils ont un triple objet :

1° Une action mécanique produite par le dégagement de l'hydrogène dont les bulles tendent à détacher les corps étrangers qui adhèrent à la cathode.

2° Un dégraissage chimique énergique sous l'action de la soude ou de la potasse caustique libre qui se dégage également à la cathode et qui transforme en savon soluble les graisses insolubles (saponification).

3° Enfin, le dépôt de cuivre qui se forme à la surface du stéréo contribue à rendre adhérent le dépôt ultérieur de nickel et permet également de déceler les défauts de dégraissage.

Les différentes compositions employées se rapprochent toujours de la formule suivante :

Cyanure de cuivre	20 g
— de sodium	40 g
Carbonate de sodium	80 g
Soude	50 g
Eau	1 litre

Dans tous les cas, les constituants du bain cyanuré sont :

— Du cyanure double de cuivre et d'un métal alcalin (sodium ou potassium);

— Un excès d'un cyanure alcalin ou cyanure libre;

— Un carbonate alcalin.

L'anode employée doit être insoluble afin que le bain ne se charge pas trop en cuivre. Le fer et le plomb étant attaqués par la soude, on emploie des anodes en nickel. La composition du bain évolue rapidement et il faut le remonter assez fréquemment, en produits primitifs. Pour éviter l'appauvrissement en cuivre, employer de temps en temps des anodes en cuivre (pratiquement les anodes sont en cuivre ou en acier fortement nickelé).

Un bain de dégraissage-cuivrage légèrement chauffé (40° C) dégraisse mieux qu'un bain froid.

Dans la plupart des ateliers de clicherie-galvanotypie le dégraissage-cuivrage est opéré à froid pour diminuer l'attaque du plomb par la soude. Il est bon de terminer l'opération en faisant passer, pendant quelques secondes, le cliché comme anode au moyen d'un inverseur de courant.

Le cliché est laissé au bain une minute environ sous une intensité de 4 à 5 amp/dm^2 et une tension de 6 volts et rincé à grande eau avant la mise au bain de nickel. Il est bon d'avoir dans ce but un générateur particulier pour ce bain en raison des à-coups provoqués par sa mise en service.

L'électrolyte est contenu dans une cuve de fer placée à proximité des cuves de nickelage. Assurer une ventilation énergique afin d'éviter que l'hydrogène et les vapeurs toxiques ne se dégagent dans l'atelier.

En raison de la toxicité des sels constituant les bains de dégraissage-cuivrage, il est souvent fait usage, dans les ateliers, de bains tout préparés par des fournisseurs spécialisés, ce qui évite la manipulation et le stockage de poisons dangereux.

360 — Bain d'étamage

Une nouvelle technique s'est récemment développée à l'étranger. Elle consiste à étamer électrolytiquement les coquilles dès que le dépôt de cuivre est terminé avant même de les décoller des moules.

Cette méthode entraîne une économie appréciable d'étain car il suffit d'une épaisseur de 8 à 10/1.000es de mm d'étain pour assurer une bonne adhérence de la coquille au métal de doublage.

En outre, les coquilles ainsi étamées se conservent sans s'oxyder et peuvent être doublées sans difficulté, très longtemps après leur fabrication.

Les bains d'étain sont d'une conduite assez délicate car leur altération est rapide.

Des quantités relativement importantes d'agents d'addition (colle d'os et crésol le plus souvent) sont nécessaires pour que le dépôt ne se produise pas sous forme de cristaux grossiers. Comme ces agents d'addition s'éliminent par le fonctionnement du bain, il faut en ajouter au bain dès que le dépôt tend à devenir cristallin.

Il existe deux types de bains : les bains acides et les bains alcalins.

Les bains alcalins sont peu conducteurs et leur emploi conduirait à une trop grande durée d'électrolyse.

Les bains acides sont par contre plus rapides, d'abord parce que plus conducteurs et aussi parce que l'étain s'y trouve à l'état trivalent alors qu'il est à l'état tétravalent dans les bains alcalins.

Le sel le plus communément employé est le sulfate stanneux $SO^4 Sn$. On peut indiquer la formule suivante :

Sulfate stanneux................	100 g par litre
Acide sulfurique................	30 g — —
Acide tartrique.................	30 g — —
Colle d'os......................	4 g — —
Crésol..........................	6 g — —
Eau.............................	1 litre

Le bain peut fonctionner à la température ordinaire avec une densité de courant maximum de 5 ampères/dm^2.

Les produits constituants doivent être très purs. Les anodes seront en étain fondu extra pur, les impuretés anodiques occasionnant la formation de boues. Les bains d'étain se troublent en effet très facilement et doivent être protégés contre l'oxydation due à l'air qui transformerait le sel stanneux en sel stannique impropre à l'électrolyse. Aussi ne doit-on jamais agiter ces bains au moyen d'air comprimé.

L'eau employée au montage du bain, ainsi que celle utilisée pour compenser les pertes par évaporation, doit être distillée afin d'éviter d'introduire du calcaire dans le bain.

De même, les coquilles à étamer seront très soigneusement rincées pour ne pas introduire de sels de cuivre.

Il n'y a pas de précautions particulières à prendre lors du doublage. Les coquilles étamées sont décapées à l'esprit de sel et chauffées jusqu'à ce que le miroitement indique que l'étain est fondu. On procède alors au doublage.

CHAPITRE VII

DOSAGE DES BAINS DE CUIVRE

On a pu voir qu'une des conditions essentielles pour la réussite des dépôts électrolytiques était que le bain conserve toujours la même composition. Or, les bains subissent en cours de fonctionnement une évolution plus ou moins rapide suivant la nature des électrolytes. Il est donc nécessaire de faire périodiquement des dosages pour connaître cette évolution et la corriger.

Le dosage d'un bain peut se faire de différentes manières suivant le résultat recherché : *dosage électrolytique, volumétrique, colorimétrique.*

371 — Différentes méthodes de dosage

Le dosage électrolytique demande une installation et des pesées extrêmement précises. Il ne peut être mis en œuvre que par des chimistes professionnels. Le dosage volumétrique qui ne demande qu'un matériel restreint est assez facile à exécuter. Ses résultats sont d'une approximation suffisante, mais il exige de la part de l'opérateur des soins minutieux et de bonnes qualités d'observation.

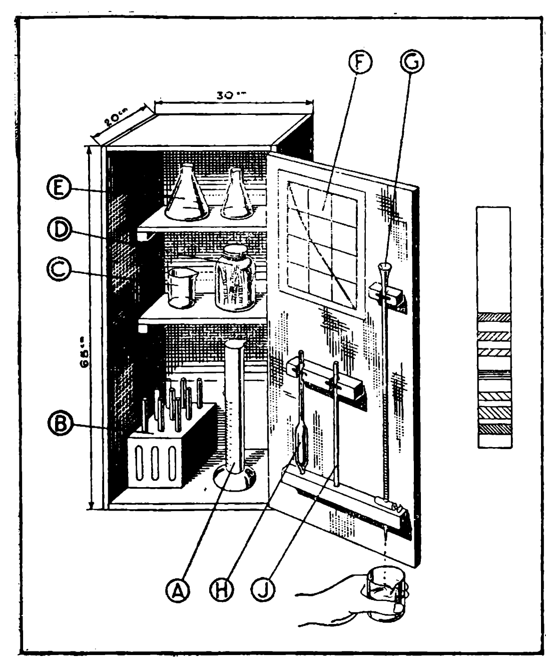
372 — Dosages volumétriques

Le dosage volumétrique consiste à effectuer à l'aide d'une solution connue une réaction chimique sur un prélèvement du bain. On détermine ensuite d'après les masses moléculaires qui ont pris part à la réaction, la concentration du corps recherché.

Les solutions connues utilisées comme réactifs sont appelées « solutions titrées ». Afin de déceler la fin d'une réaction on y incorpore quelques gouttes d'indicateur coloré.

373 — Matériel d'analyses volumétriques

Une pipette, une burette graduée, quelques flacons jaugés et vases à dosage, constituent l'essentiel du matériel nécessaire à un dosage volumétrique (fig. 62).



A éprouvette graduée

B bloc comparateur

C, D, E, verres à dosage.

F graphique

G burettes graduées

H, J, pipettes

Fig. 62. — Matériel de dosage.
(sur la droite, papier indicateur)

Les pipettes de dosage sont jaugées en 10 ou 20 cm³. Pour remplir une pipette, on la plonge légèrement dans l'électrolyte ou le liquide à prélever en aspirant avec la bouche jusqu'à ce que le prélèvement dépasse le trait de jauge. On bouche ensuite rapidement l'extrémité supérieure avec l'index pour éviter que la pression atmosphérique agisse sur la colonne de liquide prélevé et provoque son écoulement. On amène le niveau du prélèvement à l'affleurement du trait de jauge en soulevant très légèrement le

doigt qui bouche la pipette de façon à provoquer un écoulement goutte à goutte. Dès que ce résultat est atteint, on appuie fortement le doigt en mettant la pipette presque horizontale et on verse rapidement dans le verre à dosage. Ne jamais souffler dans la pipette pour chasser les dernières gouttes, mais au contraire, laisser le liquide s'écouler normalement car il en a été tenu compte lors du jaugeage de la pipette.

Les burettes sont graduées en 1/10e de cc. Elles sont fixées verticalement sur un support et munies d'un robinet permettant le réglage de l'écoulement. Une burette de 50 cc suffit aux dosages courants.

Les flacons jaugés ont un col très effilé qui porte vers son milieu un trait de jauge; leur contenance est variable : 500 cc, 1 litre, etc...

La lecture d'une burette graduée se fait en tenant compte du bord inférieur du ménisque formé par la surface du liquide, qui, du fait de la capillarité, n'est pas plane mais décrit une faible courbe. Il en est d'ailleurs de même pour le remplissage des pipettes, flacons jaugés et éprouvettes graduées.

374 — Indicateurs colorés

Les indicateurs colorés sont des matières colorantes qui prennent des teintes différentes suivant qu'elles sont en milieu acide ou basique.

Ils permettent de déceler facilement la fin d'une réaction chimique qui s'accompagne d'un changement de nature (milieu acide ou milieu basique).

Il existe une grande variété d'indicateurs surtout en colorimétrie. En volumétrie, on emploie généralement la phénolphtaléine, le méthylorange, le rouge de méthyle, le tournesol et le pourpre de bromocrésol.

375 — Phénolphtaléine

La phénolphtaléine est *incolore en milieu acide* et *rouge violacé en milieu basique*. C'est un indicateur coloré très sensible qui

permet de doser les acides faibles. Son emploi est à rejeter pour les dosages des solutions ammoniacales ou les carbonates.

Lorsqu'on se sert de phénolphtaléine comme indicateur on verse la solution alcaline dans la burette et l'acide dans le verre de dosage. Il est en effet plus aisé de constater le virage au rouge que la décoloration de la solution.

La phtaléine est un colorant intense et une goutte du produit suffit pour déceler la réaction.

376 — Méthylorange ou Hélianthine

Le méthylorange est *rouge en milieu acide* et *jaune-orange pâle en milieu basique*. Il n'est pas affecté par les acides faibles et ne peut servir qu'au titrage des acides ou des bases fortes. Une à deux gouttes d'indicateur suffisent pour effectuer un dosage.

Le dosage le plus exact est obtenu en versant la solution alcaline dans la burette et l'acide avec l'indicateur dans le vase à dosages, bien que le virage soit plus facile à observer en opérant inversement.

377 — Pourpre de bromocrésol

Il est violet pourpre en solution alcaline. Il vire progressivement au bleu puis au jaune lorsque la solution devient acide.

378 — Le rouge de méthyle

Le rouge de méthyle est rouge violacé en milieu acide et jaune très faible en milieu basique. Son virage est très net et il n'est pas sensible aux acides faibles.

379 — Le tournesol

Le tournesol est bleu, il rougit en milieu acide et devient rouge violacé tirant sur le bleu en milieu basique. En bases fortes, il redevient complètement bleu. Il est souvent utilisé sous forme

de papier réactif. Dans les dosages, il est avantageusement remplacé par la phénolphtaléine, le méthylorange ou le pourpre de bromocrésol.

380 — Les solutions titrées

Pour effectuer un dosage volumétrique, on fait réagir sur la liqueur à doser une solution de concentration connue c'est-à-dire titrée.

On appelle titre d'une solution, le rapport qui existe entre la masse de la substance dissoute dans un litre et sa masse moléculaire. S'il s'agit d'un corps simple on peut, soit prendre la masse atomique, soit considérer une molécule ou 2 atomes. Il est sage de le bien préciser lors du calcul des résultats.

Voici à titre d'exemple, quelques solutions titrées :

$$\frac{Cl\,H}{36,5} \ldots\ldots \quad 36,5 \text{ g par litre} = \frac{36,5}{36,5} = \text{titre } 1$$

$$\frac{Cl\,H}{36,5} \ldots\ldots \quad 7,3 \text{ g par litre} = \frac{7,30}{36,5} = \text{titre } 0,2$$

$$\frac{SO^4H^2}{98} \ldots\ldots \quad 49 \text{ g par litre} = \frac{49}{98} = \text{titre } 0,5$$

$$\frac{Na\,OH}{40} \ldots\ldots \quad 20 \text{ g par litre} = \frac{20}{40} = \text{titre } 0,5$$

381 — Les solutions normales

Une solution *normale acide* est une solution qui met en jeu un atome gramme d'hydrogène « acide » par litre.

Une solution *normale basique* est une solution qui neutralise volume à volume une liqueur normale acide.

Voici quelques exemples de solutions normales :

TABLEAU DE QUELQUES SOLUTIONS NORMALES

Bases	Acides
$\frac{NaOH}{40}$: 40 g par litre	$\frac{SO^4H^2}{98} : \frac{98}{2} =$ 49 g par litre
$\frac{KOH}{56}$: 56 g par litre	$\frac{ClH}{36,5}$: 36,5 g par litre
$\frac{CO^3Na^2}{106}$: 53 g par litre	$\frac{ClNa}{58,5}$: 58,5 g par litre.

Il est évident que les solutions 0,5 N; 0,1 N et 0,01 N sont respectivement 2 fois, 10 fois ou 100 fois moins concentrées que leurs solutions normales correspondantes.

Il est toujours préférable d'effectuer les dosages avec des solutions peu concentrées (0,1 N en général), car les erreurs dans l'exécution auront moins de répercussion sur la précision du résultat final.

382 — DOSAGE DU BAIN DE CUIVRE A L'ATELIER.
MÉTHODES SIMPLIFIÉES

Deux méthodes permettent à un opérateur soigneux disposant d'un matériel rudimentaire, n'ayant pas la formation du chimiste professionnel, de doser pratiquement l'acide sulfurique et le sulfate de cuivre contenus dans un bain.

Ces deux méthodes n'ont pas la rigueur des méthodes de laboratoire : le facteur personnel de l'opérateur y joue un grand rôle.

Comme dans tous les dosages volumétriques, les « virages » des indicateurs colorés ne sont pas en effet instantanés, le changement de coloration s'effectuant progressivement.

D'autre part, ces deux méthodes même pratiquées par des opérateurs expérimentés ne donnent des résultats concluants que si le bain est uniquement composé d'acide sulfurique et de sulfate de cuivre. Si par exemple, le bain contenait des quantités importantes de sels d'autres métaux, il est évident que les chiffres indiqués par ces dosages seraient trop élevés. Quoi qu'il en soit, comme il s'agit non pas de doser un bain au sens que donnent les chimistes à ce mot, mais de contrôler son évolution, l'une et l'autre de ces méthodes sont suffisamment précises dans la pratique à condition de s'en tenir toujours à la même.

383 — Première méthode.

Doser d'abord l'acide libre et ensuite l'acide contenu dans le sulfate de cuivre.

En déduire le sulfate de cuivre correspondant.

On utilise pour cela deux indicateurs colorés convenablement choisis ayant des points de virage différents.

L'acide libre est dosé au moyen d'une solution titrée de soude en employant comme indicateur le pourpre de bromocrésol qui vire du jaune au bleu lorsque la totalité de l'acide libre a été neutralisée.

$$SO^4H^2 + 2Na\,OH = SO^4Na^2 + 2H^20.$$

On effectue ensuite un dosage de l'acide total au moyen de la même solution de soude en employant comme indicateur une ou deux gouttes de phénol phtaléine incolore qui vire au rouge violacé quand tout l'acide combiné au cuivre ayant été neutralisé, le cuivre a été précipité sous forme d'oxyde de cuivre hydraté.

$$SO^4Cu + 2NaOH = SO^4Na^2 + Cu\,(OH)^2.$$

Mode opératoire :

Matériel : 1 burette,
1 pipette de 10 cc,
2 flacons coniques de 200 cc,
1 fiole jaugée de 100 cc.

Produits : 1 solution titrée ou décinormale (0,1N) de soude,
1 solution à 0,02 % de pourpre de bromocrésol,
1 solution de phtaléine de phénol.

En raison de la forte coloration des bains, on effectue le dosage en solution très diluée au moyen de la liqueur titrée (0,1 de soude).

Après avoir agité le bain, en prélever 10 cc au moyen de la pipette graduée et verser le prélèvement dans la fiole jaugée. Compléter à 100 cc au moyen d'eau distillée.

Dosage de l'acide libre : Prélever 10 cc de cette solution diluée et les verser dans la fiole conique, compléter avec de l'eau distillée jusqu'au tiers de la fiole et ajouter environ 1 cc de pourpre de bromocrésol. La solution vire au jaune éclatant. Verser goutte à goutte la solution de soude titrée dans la fiole au moyen de la burette graduée sans cesser d'agiter le prélèvement. Noter le volume de solution titrée qui fait virer le prélèvement. Le virage est très net car la couleur jaune du prélèvement semble perdre brusquement son éclat. Un excès de solution titrée donne une coloration verdâtre au prélèvement qui se trouble par suite d'un début de précipitation de l'oxyde de cuivre hydraté.

Dosage de l'acide total : Verser 10 cc du prélèvement dilué dans la deuxième fiole conique, y ajouter 100 cc environ d'eau distillée puis 2 gouttes de phtaléine du phénol.

Après avoir rempli la burette, verser goutte à goutte la solution titrée dans la fiole conique sans cesser d'agiter. Le prélèvement se colore en bleu et se trouble par suite de la précipitation de l'oxyde de cuivre hydraté.

On observe ensuite un virage au rose violacé qui disparaît par l'agitation. Noter le volume de solution titrée qui provoque une coloration rosée stable.

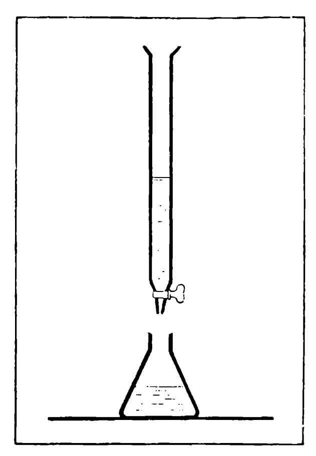


Fig. 62 bis. — Dosage du bain.

Soit un dosage ayant donné les chiffres suivants :

Dosage de l'acide libre : 8,

Dosage de l'acide total 26.

La différence de ces deux chiffres donne : acide combiné 18.

Chaque centimètre cube de soude titrée (0,1N) utilisé correspond à 0,0049 g d'acide sulfurique dans le premier dosage

et à 0,01245 g de sulfate de cuivre cristallisé dans le deuxième et comme 10 cc du prélèvement dilué représentent 1 cc d'électrolyte, on déduit qu'un litre de cet électrolyte contient :

$$0{,}0049 \times 8 \times 1.000 = 39{,}2$$ g d'acide sulfurique,

et $$0{,}01245 \times 18 \times 1.000 = 224{,}1$$ g de sulfate de cuivre.

384 — Deuxième méthode

Les solutions acides de sulfate de cuivre présentent une singularité qui permet de procéder à un dosage particulièrement rapide. On a remarqué en effet qu'une solution qui contient par exemple 300 g de sulfate de cuivre dans 1 litre d'eau avait la même densité qu'une solution contenant 150 g de chacun de ces constituants. C'est une pure coïncidence mais elle est très utile, elle a permis de dresser un diagramme indiquant la variation de densité en fonction de la concentration totale des constituants.

On dose d'abord volumétriquement la teneur en acide libre par le procédé indiqué précédemment. On mesure ensuite la densité au moyen d'un densimètre très sensible. En se reportant au diagramme, on obtient la concentration totale des deux constituants (fig. 63).

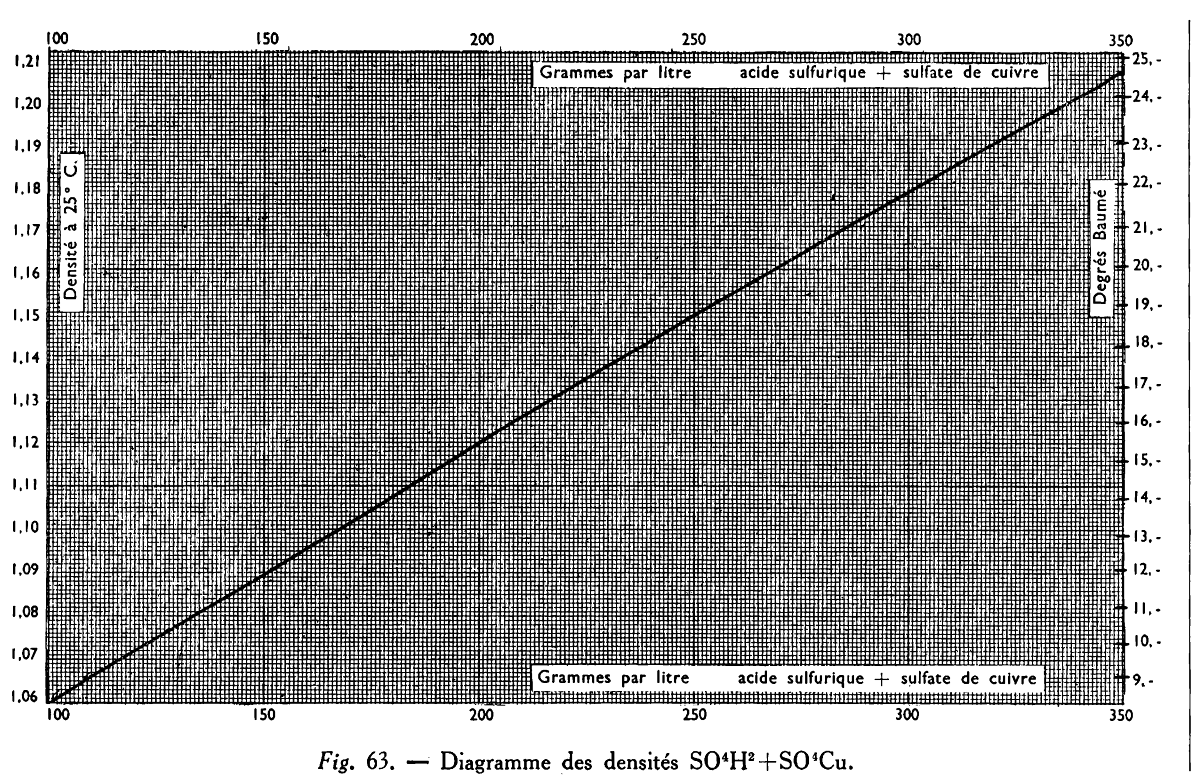


Fig. 63. — Diagramme des densités $SO^4H^2 + SO^4Cu$.

La différence entre les deux chiffres obtenus indique la concentration en sulfate de cuivre.

ARÉOMÉTRIE

Table des densités correspondant aux degrés Baumé

Degrés Baumé	Densités correspondantes	Degrés Baumé	Densités correspondantes
5	1,0358	21	1,1702
6	1,0434	22	1,1798
7	1,0509	23	1,1896
8	1,0587	24	1,1994
9	1,0665	25	1,2095
10	1,0744	26	1,2198
11	1,0825	27	1,2301
12	1,0907	28	1,2407
13	1,0990	29	1,2515
14	1,1074	30	1,2624
15	1,1160	31	1,2736
16	1,1247	32	1,2849
17	1,1335	33	1,2965
18	1,1425	34	1,3092
19	1,1516	35	1,3202
20	1,1608		

Mode opératoire

Matériel : 1 burette graduée,
1 pipette de 10 cc,
1 fiole conique,
1 solution décinormale de soude,
1 solution 0,02 % de pourpre de bromocrésol,
1 aréomètre Baumé gradué de 12 à 24° B,
ou 1 densimètre gradué de 1,09 à 1,20,
1 éprouvette à pied suffisamment profonde.

Bains préalablement bien agités : On procède au dosage de l'acide libre par la méthode indiquée précédemment.

On prélève la quantité de bain suffisante dans l'éprouvette et on mesure sa densité au moyen du densimètre, en ayant soin d'opérer lors de chaque mesure à une température aussi constante que possible.

Si la densité est, par exemple, de 1,14 en menant une ligne horizontale jusqu'à la droite inclinée tracée sur le graphique puis en abaissant ensuite du point de rencontre, une verticale jusqu'à la division marquée « concentration », on lit que cette densité correspond à une concentration totale de 228 g.

Si le dosage volumétrique nous a indiqué que la solution contenait 32 g d'acide sulfurique, on concluera que la solution contient :

32 g d'acide sulfurique,
196 g de sulfate de cuivre.

A noter que le dosage n'est pas une opération quotidienne. Une électrolyse au cuivre peut fonctionner dans d'assez larges limites de constitution. Le dosage n'est donc à pratiquer que, soit périodiquement tous les trois mois, soit en cas d'accidents.

385 — Corrections des bains de cuivre après dosage

Dès que les résultats des dosages permettent d'évaluer la concentration des composants, on ramène le bain à sa formule initiale, soit en ajoutant les produits nécessaires, soit en diluant par addition d'eau.

Cette correction peut poser différents problèmes :

1er cas : les deux constituants $SO^4 H^2$ et $SO^4 Cu$ sont en trop faible concentration : il suffit de calculer les quantités manquantes et de les ajouter au bain.

2e cas : les deux constituants sont trop concentrés : on calcule la quantité d'eau à ajouter en tenant compte du produit le plus concentré; on détermine ensuite d'après le volume occupé par l'électrolyte, la quantité à ajouter du produit le moins concentré.

3e cas : l'un des constituants est trop concentré, l'autre trop dilué : on détermine la quantité d'eau à ajouter pour ramener l'élément trop concentré à la normale. D'après le nouveau volume occupé par l'électrolyte, on calcule la quantité du produit de faible concentration à ajouter.

Voici quelques exemples :

Solution type : $SO^4Cu, 5H^2O$ = 249 g par litre,
SO^4H^2 = 50 g par litre.

1er cas : corriger un bain dont le dosage a donné comme résultat :

SO^4Cu .... 140 *g par litre*
SO^4H^2 .... 37 *g par litre*

Solution :

Il faut ajouter par litre de bain :

$$SO^4Cu, 5H^2O : 249 - \frac{249 \times 140}{159} = \frac{249 \times 19}{159} = 29{,}75 \text{ g}$$

$$SO^4H^2 \quad : \quad 50 - 37 = 13 \text{ g}$$

soit pour 1.000 litres : 29,75 kg de $SO^4Cu, 5H^2O$; 13 kg de SO^4H^2.

2e cas : Corriger un bain dont le dosage a donné :

SO^4Cu .... 170 g par litre
SO^4H^2 .... 52 g par litre

Solution : 170 g de SO^4Cu représentent $\frac{249 \times 170}{159}$ de sulfate cristallisé, soit : 266,22 g.

Ces 266,22 g de $SO^4Cu, 5H^2O$ devraient occuper un volume de $\frac{1.000 \text{ cm}^3 \times 266{,}22}{249}$ pour être conformes à la concentration de la solution type, soit 1.069 cc. Il suffira donc d'ajouter 69 cc d'eau par litre du bain pour obtenir la première correction en

sulfate. D'ailleurs on obtient directement la correction en calculant le volume occupé par le surplus en solution type ou :

$$\frac{1.000\,\text{cc} \times 170 - 159}{159} = 69 \text{ cc ou encore}$$

$$\frac{1.000\,\text{cc} \times 266{,}22 - 249}{249} = 69 \text{ cc.}$$

Dans 1.069 cc il *faudra* $\frac{50 \times 1.069}{1.000}$ de SO^4H^2 pour que le bain soit conforme à la solution type soit : 53,45 g.

Le bain n'en contient que 52. Il *faudra* donc ajouter 1,45 g de SO^4H^2 par litre de solution.

Pour un bain de 1.000 litres, la correction sera obtenue en ajoutant d'abord 69 litres d'eau, puis 1.450 g d'acide sulfurique (qui a, à 66° B une densité de 1,84).

3e cas : Corriger le bain suivant :

$SO^4Cu, 5H^2O$	270 g par litre
SO^4H^2	47 g par litre

Solution : il *faudra* d'abord ajouter :

$$\frac{1.000 \times 270 - 249}{249} = \frac{21.000}{249} = 84{,}33 \text{ cc d'eau par litre de bain,}$$

puis : $\frac{50 \times 1084{,}33}{1.000} - 47 = 7{,}21$ g de SO^4H^2 par litre du bain, soit pour 1.000 litres : 84,33 litres d'eau, 7.210 g de SO^4H^2.

CHAPITRE VIII

CHROMAGE - NICKELAGE - ACIÉRAGE

391 — CHROMAGE

Le chrome, métal dont la dureté est supérieure à celle du nickel est quelquefois déposé en épaisseur infime (1 ou 2 microns), à la surface des galvanos nickel, auxquels il confère de remarquables qualités de résistance à l'usure par frottement.

Le seul électrolyte employé est une solution d'anhydride chromique CrO^3 couramment appelé acide chromique, auquel il est nécessaire d'ajouter des ions SO^4 qui agissent comme catalyseur. On a en effet remarqué qu'en l'absence de ces ions, il est impossible d'obtenir un dépôt de chrome. Les ions SO^4 peuvent être introduits sous forme d'acide sulfurique, de sulfate chromique ou de sulfate de soude, en proportion telle que l'on ait approximativement

$$\frac{CrO^3}{SO^4} = 100.$$

La quantité d'acide chromique peut varier de 200 à 400 g par litre mais les bains concentrés n'offrent pas d'avantages marqués, la conductibilité augmentant peu avec la concentration.

On peut indiquer comme composition de bain type :

Acide chromique........ 250 g par litre de bain;
Acide sulfurique à 66° B. 2,5 g par litre de bain.

Contrairement aux bains étudiés précédemment, les bains de chrome fonctionnent avec anode insoluble d'où la nécessité de remonter le bain périodiquement en acide chromique. Le rende-

ment cathodique étant extrêmement faible, on est conduit à employer de fortes densités de courant. Outre le gaspillage d'énergie électrique, il en résulte un important dégagement d'hydrogène à la cathode et d'oxygène à l'anode, qu'il convient d'évacuer par une ventilation énergique, non seulement en raison du caractère explosif du mélange, mais aussi parce que ces gaz entraînent des vapeurs d'acide chromique extrêmement corrosives.

La densité de courant admissible est comme nous l'avons vu pour les bains précédents, d'autant plus élevée que le bain est plus chaud. Cette action de la température est toutefois beaucoup plus marquée pour le chrome que pour les autres métaux et comme les qualités du dépôt sont fonction de la relation température-densité de courant, il est nécessaire de veiller strictement à ces conditions de fonctionnement.

Les meilleures conditions d'emploi du bain considéré se situent entre 30 et 50° C en utilisant des densités de courant variant de 5 à 10 amp/dm² dans le premier cas et de 20 à 40 amp/dm² dans le deuxième.

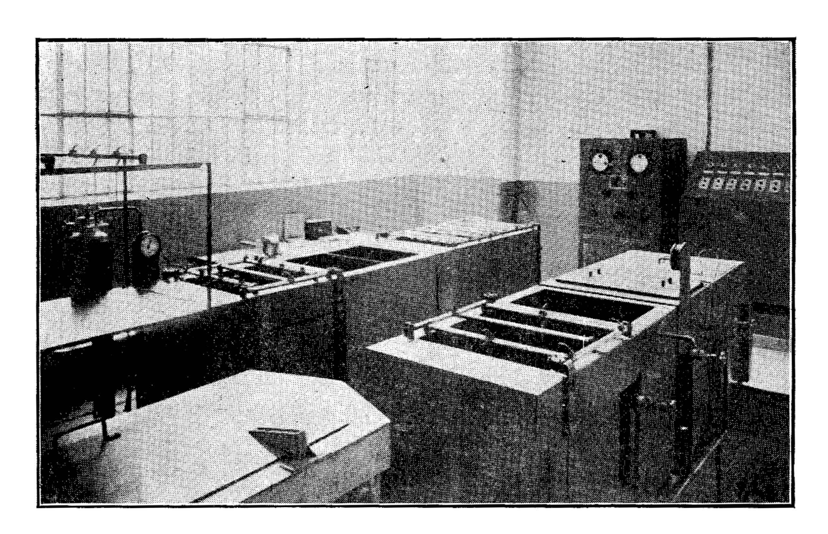


Fig. 64. — Installation de chromage.

De telles intensités conduisent inévitablement à des installations très puissantes (fig. 64). Il faudra tenir compte de l'échauffement produit par le passage du courant de sorte que le bain devra être chauffé au démarrage et ensuite refroidi pour ne pas dépasser la température optimum.

Anodes : Les anodes sont soit en fer, ce qui a l'inconvénient de polluer progressivement l'électrolyte, soit en plomb qui ne présente pas cet inconvénient, le chromate de plomb formé étant insoluble. Par contre, ce sel peut former une gaine isolante d'où la nécessité de nettoyer les anodes de temps en temps. Les crochets d'anodes doivent être de section suffisante pour ne pas introduire de résistance nuisible et munis si possible d'un système de serrage assurant un bon contact avec la barre.

392 — Bain de nickelage

En raison de sa grande dureté et de son inaltérabilité, le nickel permet de réaliser des clichés résistant aussi bien à l'usure par frottement qu'à l'attaque chimique de certaines encres.

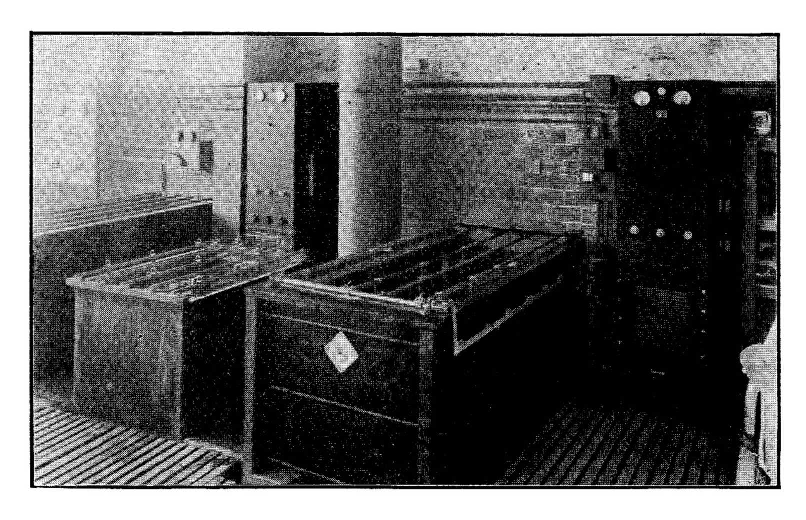


Fig. 65. — Installation de nickelage.

Le dépôt de nickel en galvanotypie est fait soit directement sur le moule en vue d'obtenir des galvanos « nickel direct », soit sur l'œil d'un stéréo ou galvano déjà terminé, l'opération porte alors le nom de « nickelage » (fig. 65).

Dans le premier cas on ne peut évidemment pas constituer la coquille uniquement de nickel. Outre la difficulté technique de réaliser des dépôts épais de nickel et le coût élevé qui en résulterait, le nickel est si dur que la terminaison du galvano serait à peu près impossible.

On se contente en général de déposer sur le moule une couche de quelques centièmes de millimètres de nickel puis de renforcer ce dépôt au bain de cuivre de façon à obtenir une coquille d'épaisseur normale.

L'épaisseur des dépôts de nickel sur stéréo et galvano est limitée par la nécessité de ne pas empâter les finesses de la gravure.

393 — Comparaison avec les bains de cuivre

Le sulfate de nickel en solution aqueuse se comporte comme un électrolyte, mais on constate qu'il ne se dépose de nickel à la cathode que si la solution est presque neutre. Si la solution était basique, on n'obtiendrait qu'un dépôt noir verdâtre d'oxyde de nickel. Si au contraire la solution était acide, le nickel se déposerait bien à l'état métallique. Mais le dépôt « roule » ou « écaille » dès que son épaisseur augmente.

En réglant convenablement l'acidité de la solution, il est possible d'obtenir un dépôt régulier, mais on constate qu'il est nécessaire de réajuster fréquemment le degré d'acidité de l'électrolyte qui évolue constamment.

Ce manque de stabilité de l'électrolyte est dû en partie à une attaque insuffisante des anodes. Il se dissout moins de nickel à l'anode qu'il ne s'en dépose à la cathode. Les anodes en nickel laminé s'opposent au bout d'un certain temps au passage du courant, elles deviennent « passives ».

En employant au lieu de sulfate de nickel « simple » du sulfate « double » de nickel et d'ammoniaque, les conditions de fonctionnement du bain se trouvent grandement améliorées.

Mais comme ce sel double est beaucoup moins soluble que le simple, on ne peut préparer des bains à forte concentration de nickel et les bains obtenus sont donc des bains lents.

On a remarqué également que certains corps exerçaient une action favorable sur le fonctionnement du bain.

Les chlorures et les fluorures font cesser la passivité des anodes. Le chlore ainsi que le fluor favorisent l'attaque du nickel. Ils augmentent la conductivité de l'électrolyte.

D'autre part, les sels ammoniacaux, l'acide borique, et certains acides organiques tels que les acides citrique, tartrique et acétique s'opposent aux variations d'acidité du bain et tendent à le maintenir dans les limites convenant à son fonctionnement normal. On dit que ces substances sont des « tampons ».

394 — Composition des bains de nickel

Les difficultés rencontrées par les techniciens expliquent la multiplicité des formules de bain proposées par les divers auteurs.

Les bains modernes sont en général à base de sulfate de nickel simple cristallisé $SO^4Ni, 7H^2O$. Les ions Cl sont fournis soit par addition de chlorure de nickel, soit de préférence par du chlorure d'ammonium. Celui-ci fournit en même temps les ions NH^4 qui indépendamment de l'effet tampon contribuent à l'accroissement de la dureté du dépôt.

Enfin l'acide borique est très souvent ajouté aux deux constituants principaux en raison de ses remarquables qualités de tampon. On a à peu près renoncé à l'emploi des acides organiques par suite de leurs tendances à la formation de moisissures.

Un bain permet des dépôts d'autant plus rapides qu'il contient davantage d'ions nickel. Le sulfate simple étant très soluble, on a toute latitude pour composer un électrolyte ayant les caractéristiques voulues.

Nous indiquerons ci-dessous deux formules classiques :

A
- Sulfate de nickel cristallisé.... 70 g/litre de bain.
- Chlorure d'ammonium....... 6 g/litre de bain.
- Densité 6° B, densité de courant 0,5 à 1,5 amp/dm^2, pH 5,8 à 6,4; température 18 à 30°.

B
- Sulfate de nickel cristallisé.... 140 g/litre de bain.
- Chlorure d'ammonium....... 15 g/litre de bain.
- Densité 12° B, densité de courant 1,5 à 3 amp/dm^2, pH 6,6; température 18 à 40°.

La première solution peut servir au dépôt direct de nickel sur moule de cire ou de matière plastique. Dans ce cas, la conduite du bain est très délicate en raison du peu d'adhérence du métal sur le moule.

La deuxième solution convient aux dépôts sur moules de plomb ainsi qu'au nickelage des galvanos et stéréos.

Ces bains peuvent être additionnés d'acide borique à raison d'une partie pour 10 parties de sulfate de nickel. La stabilité du bain s'en trouve accrue, mais par contre les dépôts sur cire sont rendus plus malaisés.

395 — Conduite des bains de nickel

Les bains de galvanotypie ne doivent servir qu'à la fabrication des clichés et non à des travaux de nickelage d'objets divers.

Toute addition voulue ou accidentelle doit être évitée. En particulier, les « boîtes » sur lesquelles sont fixés les moules doivent faire l'objet de soins minutieux pour ne pas introduire des sels de cuivre dans les bains de nickel.

En raison de la difficulté de la conduite des bains et du coût élevé de leurs constituants, éviter l'emploi de bains de trop grande capacité. Il est bon de monter un « bain pilote »; ce bain d'une dizaine de litres environ a la même composition que le bain utilisé à la fabrication.

Les corrections sont d'abord faites sur le bain pilote et du résultat, on déduit les modifications à apporter au bain de fabrication.

Il convient également de conserver dans un tube à essai hermétiquement bouché un prélèvement du bain. En comparant la couleur de cet étalon à la couleur que le bain a prise après une longue période de fonctionnement, un observateur averti voit si la concentration en sulfate de nickel a varié et dans quel sens elle a varié. En combinant cette observation avec la mesure faite au moyen d'un densimètre, on peut se rendre compte, sans effectuer d'analyse, quel constituant il convient d'ajouter au bain pour le ramener à sa composition primitive.

La difficulté de la conduite d'un bain de nickel réside principalement dans le réglage de l'acidité. En effet, les « tampons » n'ont qu'une action limitée, et de plus on peut être amené à faire fonctionner le bain à un pH bien défini (voir chap. XVI § 820).

De nombreux facteurs tendent à faire varier cette acidité, en particulier, un manque de chlorure ou l'emploi d'anodes difficilement attaquables (anodes laminées) tendent à l'augmenter.

Par contre, un excès de chlorure, une faible concentration en sulfate de nickel ou l'emploi d'anodes en nickel fondu auront l'effet inverse.

Les additions d'acide ou d'alcali se feront avec la plus grande circonspection en se basant si possible sur les résultats d'une mesure colorimétrique du pH.

Dans le cas de manque d'acidité (pH trop élevé) on ajoutera de l'acide sulfurique pur en procédant par doses successives ne dépassant pas 5 pour 10.000 (cinq pour dix mille).

Si le bain est trop acide (pH trop bas) le réajuster au moyen d'ammoniaque.

Un bain de nickel monté avec des produits purs et traité avec soins dure très longtemps. Mais malgré les précautions prises, il se charge peu à peu en sel de cuivre. On le reconnaît d'une part à la coloration rosée des anodes à l'arrêt, et d'autre part, à ce qu'il devient plus difficile à conduire. Le nickel déposé est souvent de couleur sombre et strié. Si la concentration en cuivre n'est pas trop élevée, on peut la réduire en introduisant dans le bain des récipients contenant du nickel pur finement divisé, qui

déplace le cuivre de la solution. Si la concentration est notable, il convient de faire fonctionner le bain après y avoir introduit 3 % d'acide sulfurique en employant des anodes en nickel et des cathodes en plomb sur lesquelles se dépose le cuivre. Avant sa mise en service, le bain purifié est neutralisé au moyen d'hydrate de nickel fraîchement précipité.

La température de l'électrolyte exerce une action marquée sur les qualités mécaniques du nickel qui sera d'autant plus souple que la température sera plus élevée et d'autant plus dur qu'elle sera plus basse.

La densité de courant admissible varie dans le même sens que la température du bain.

Les bains sont assez rarement agités, l'agitation ayant l'inconvénient de troubler la solution par suite des dépôts boueux qui existent souvent dans les cuves. On se contente le plus souvent de remuer le liquide avant la mise au bain.

396 — Anodes et entretien des anodes

Le nickel constituant les anodes sera aussi pur que possible afin d'éviter l'introduction de métaux étrangers dans le bain.

397 — Anodes en nickel fondu

Elles sont très facilement attaquables mais deviennent rapidement poreuses et « charbonnent »: il est fréquent qu'elles se coupent au niveau du bain avant usure complète. Les bains montés avec ces anodes peuvent devenir alcalins. Ils sont souvent troubles par suite de la formation d'hydrate insoluble.

398 — Anodes en nickel laminé

Leur attaque est plus régulière mais souvent insuffisante. Le bain tend à devenir acide à moins que la teneur en chlorure ne soit augmentée. Ce sont les plus fréquemment utilisées.

399 — Anodes dépolarisées

Peu usitées en France, elles sont constituées par du nickel très pur auquel ont été incorporées des particules très fines d'oxyde de nickel réparties régulièrement dans la masse du métal. Ces particules forment des centres de corrosion qui facilitent grandement l'attaque de l'anode par l'électrolyte.

On leur donne souvent une forme de section elliptique qui, en permettant une usure régulière, réduit considérablement l'importance des déchets.

400 — Soins a apporter aux anodes

Elles doivent être rincées et brossées méticuleusement.

On peut rendre leur aspect normal à des anodes rosies par un bain contenant du cuivre en les faisant fonctionner dans un bain d'eau acidulée par de l'acide sulfurique à 2 % et en employant des cathodes de plomb. Avant d'être remises en service, ces anodes seront rincées à plusieurs eaux pour éliminer toute trace d'acide.

401 — Aciérage

On désigne ainsi les dépôts électrolytiques de fer bien qu'il s'agisse d'un métal extrêmement pur et non d'acier.

Le fer pur est mou mais le fer électrolytique contient toujours de l'hydrogène dissout qui le durcit considérablement.

L'aciérage est peu utilisé en galvanotypie ; il est presque exclusivement réservé au durcissement des planches d'impression en taille-douce.

La couche de fer s'enlève très facilement en l'attaquant au moyen d'acide nitrique dilué à 3° B ce qui permet de retoucher éventuellement la planche.

L'aciérage remplace également le nickelage dans la fabrication des stéréos en raison du faible prix du fer par rapport au nickel.

Les bains de fer sont constitués par des solutions de sels ferreux : chlorure ou sulfate auxquels on ajoute des sels alcalins (de

sodium, de potassium ou d'ammonium) ou alcalino-terreux (de calcium).

Ces sels augmentent la conductivité de l'électrolyte et réduisent sa tendance à l'oxydation. Celle-ci est en effet un des écueils de l'électrolyse du fer car les sels ferreux en solution ont tendance à absorber l'oxygène de l'air pour se transformer en sels ferriques qui entravent le fonctionnement du bain.

On reconnaît qu'un bain s'est oxydé à ce que de vert clair, il est devenu jaune sale, voire même brun foncé.

Une réaction très sensible permet de déceler si un bain contient des sels ferriques. Il suffit de prendre une goutte du liquide au moyen d'un agitateur en verre et de l'introduire dans une solution étendue de ferricyanure de potassium contenue dans un tube à essai. La présence de sels ferriques se manifeste par un précipité bleu foncé (Bleu de Prusse).

Les compositions de bains sont extrêmement variées ; beaucoup de ces bains ne fonctionnent de façon satisfaisante qu'au-dessous de 70°.

On peut avantageusement employer une solution de sulfate double de fer et d'ammonium cristallisé (sel de Mohr) : SO^4Fe, $SO^4(NH^4)^2$, 6 H^2O qui est beaucoup moins sujet à l'oxydation que les autres sels ferreux. Il permet de réaliser des bains stables dont la conduite se rapproche beaucoup de celle des bains de nickel.

Un bain contenant 375 grammes par litre de ce sel cristallisé (on peut utiliser des solutions moins concentrées), fonctionne bien à la température ordinaire avec une densité de courant de 2 amp/dm².

En portant la température à 60° la densité de courant peut atteindre 6 amp/dm². Le pH doit être maintenu entre 5 et 5,5.

La « réduction » d'un bain oxydé (c'est-à-dire la transformation de sels ferriques nuisibles en sels ferreux actifs), s'obtient en acidifiant le bain avec un excès d'acide sulfurique et en le laissant en contact avec des déchets de fer pendant un jour ou deux. On réajuste le pH ensuite.

Le même résultat peut être obtenu en faisant fonctionner le bain sous une densité de courant très supérieure à la normale et avec des plaques de tôle comme cathodes. Il se produit à la cathode un dégagement d'hydrogène qui provoque la réduction désirée.

Anodes : Elles doivent être en fer très pur (fer de Suède) pour éviter la pollution du bain. Le carbone contenu dans les anodes en acier peut être cause de dépôts rugueux.

En dehors des périodes de fonctionnement du bain, les anodes seront rincées, séchées et conservées au sec.

CHAPITRE IX

TERMINAISON DES GALVANOTYPES

Dès que la pellicule métallique déposée sur le moulage galvanotypique en cire, plomb, celluloïd, etc. atteint une épaisseur suffisante, le moule est rincé à grande eau, et le dépôt est séparé du moulage.

411 — EPAISSEUR DES COQUILLES

On nomme « coquille » la pellicule métallique obtenue par électrolyse. Elle est en cuivre pour les galvanos courants et en nickel doublé de cuivre pour certains travaux en couleurs à gros tirages.

L'épaisseur moyenne d'une coquille normale est comprise entre 2 et 4/10es de mm. Elle peut aller jusqu'à 1 mm et plus dans certains cas (galvanos cylindriques), galvanos pour estampage, dorure.

Il est facile de calculer la durée de l'électrolyse pour une épaisseur de coquille donnée. On sait qu'un ampère-heure dépose 1,17 g de cuivre. On ne tiendra compte que de ce métal puisque dans tous les cas, l'épaisseur est obtenue en bain de cuivrage même lorsque le galvano est en nickel direct.

Il suffit de déterminer le poids du dépôt de cuivre à obtenir que l'on divise par 1,17g, ce qui donne le nombre d'ampères-heure nécessaires pour effectuer le dépôt. On obtient facilement la durée en heures en divisant la quantité totale d'électricité par l'intensité moyenne du courant d'électrolyse.

Exemple : Un moule d'une surface de 1 dm^2 doit être recouvert d'un dépôt d'une épaisseur de 2/10es de mm de cuivre.

La surface est de 1 dm^2, c'est-à-dire 100 cm^2. Son épaisseur de 0,2 mm soit 0,02 cm, ce qui fait en cm^3 un volume de :

$$0{,}02 \times 100 = 2 \text{ cm}^3.$$

La densité du cuivre étant de 8,8, le poids du dépôt en grammes sera donc de :

$$8{,}8 \times 2 = 17{,}6 \text{ g}.$$

Un dépôt de 17,6 g de cuivre ne peut être obtenu que par passage de $\frac{17{,}6}{1{,}17} = 15$ ampères environ.

On en déduit donc qu'il *faudra* une électrolyse de 15 heures sous un ampère ou d'une heure sous 15 ampères.

On peut admettre en moyenne, une intensité de 3 ampères puisqu'elle est inférieure à 2 au départ et varie entre 4 et 6 par la suite.

On voit donc qu'il *faudra* 5 heures pour obtenir une coquille de 2/10es de mm sous une intensité constante de 3 ampères par dm^2 de surface cathodique.

Ceci n'est qu'un calcul théorique appliqué à une surface plane. En pratique d'autres éléments sont en jeu : le dépôt est plus fort sur les bords; il est également plus fort dans les blancs, c'est-à-dire dans les surfaces plus voisines de l'anode.

Pour toutes ces raisons, il *faut* multiplier les temps théoriques par 1,25 pour les similis et 2 pour les traits. Ces temps assureront une bonne épaisseur.

412 — Décollage des coquilles

Le décollage de la pellicule de cuivre se fait comme suit :

412 *a* — **Moule en cire**

Verser de l'eau très chaude sur la coquille et tirer doucement; la cire fond et le décollage s'effectue facilement.

412 *b* — **Moule en ténaplate**

Verser de l'eau *absolument bouillante* sur la coquille et tirer rapidement. Le jet d'eau bouillante doit être brutal. La réussite est conditionnée par la température de l'eau et la célérité de l'exécution. En cas d'insuccès, laisser refroidir et récidiver.

412 *c* — **Moules en celluloïd, chlorure de vinyle**

La matière plastique et son dépôt sont détachés de la semelle support, puis on arrache doucement la matière plastique en maintenant la coquille bien à plat.

412 *d* — **Moules en plomb**

Pour les moules en plomb, il est nécessaire de découper les bords sur le pourtour avant l'arrachage, car le dépôt entoure les bords du moule, lorsqu'ils ne sont pas isolés par un relevage à la cire. Puis on décolle par une série de légères tractions qui ne risquent pas de fausser la coquille.

Dans tous les cas, éviter de maltraiter et de déformer les coquilles pour ne pas augmenter l'importance et la difficulté des travaux de terminaison. On redresse les coquilles faussées en les tapant doucement à la brosse à mouler sur une pierre litho ou sur un marbre. Les coquilles devant être conservées seront placées dans l'eau pure après avoir été abondamment rincées. On a souvent coutume de les étamer avant conserve afin de faciliter le doublage ultérieur.

Une bonne coquille doit avoir une épaisseur régulière et surtout être exempte de trous. Ces derniers proviennent d'un plombaginage défectueux ou d'un mouillage imparfait lors de la mise au bain (bulles d'air).

413 — Doublage des coquilles

La pellicule métallique ne peut servir à l'impression sans être renforcée par l'opération du doublage.

Pour le doublage on coule, au dos de la coquille, un alliage de plomb antimonié de la composition ci-dessous :

— plomb 97,
— antimoine 3.

C'est nécessairement un alliage plus tendre que celui servant à la fonte des stéréos car un alliage dur ne se souderait pas et rendrait difficile l'opération délicate du dressage.

Pour assurer une bonne soudure, la température de l'alliage doit être comprise entre 330 et 350° C.

Avant doublage, l'œil des coquilles est, soit talqué, soit enduit d'une bouillie légère de plombagine et d'essence ou de blanc d'Espagne et d'eau, surtout si le dépôt a été effectué sur plomb, celluloïd, vinyle, qui laissent toujours une surface propre.

Cet enduit empêche l'alliage de se souder à l'œil, lorsque le métal en fusion coule accidentellement entre la capsule et la coquille.

Si la coquille est percée, on bouche à la pâte à flans ou par collage d'une bande de papier du côté de l'œil.

Deux méthodes de doublage sont employées : le doublage à la capsule et le doublage en cuvette.

414 — Doublage a la capsule

L'étamage se fait au moyen de feuilles de soudure contenant 33 % d'étain et 67 % de plomb, et d'une épaisseur de 3 à 5/100es de mm.

La coquille est décapée au chlorure de zinc en solution à 25° B, recouverte de la feuille de soudure et posée sur la capsule. La capsule est une cuvette en fonte de forme rectangulaire et peu profonde. Elle est munie de deux oreilles qui permettent le passage des crochets de manutention (fig. 66).

A l'aide des crochets, on pose doucement la capsule sur la matière en fusion. La chaudière est de forme rectangulaire et d'un accès facile. Pour éviter des projections de plomb au moment de la pose, laisser tiédir la capsule sur le bord de la chaudière.

Sous l'influence de la chaleur, la feuille de soudure fond rapidement et étame régulièrement la coquille.

L'étamage terminé, on enlève la capsule et on la pose sur un châssis, absolument plan, ou sur un support réglable dont on vérifie l'horizontalité au niveau.

On coule l'alliage à l'aide du pochon, en commençant par recouvrir la coquille, jusqu'à une épaisseur de 15 points environ. Si nécessaire, la coquille est maintenue sur les coins à l'aide de baguettes en bois, ou d'un trépied. Il faut néanmoins laisser un certain jeu pour que la coquille puisse se dilater normalement à la chaleur. Sinon on contrarierait la dilatation, ce qui se traduirait par des déformations de la surface du galvanotype.

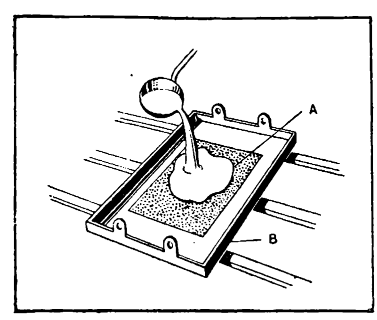


Fig. 66. — Doublage à la capsule.
A : Coquille étamée — B : Capsule

Laisser refroidir avant démoulage qui se fait facilement en retournant la capsule et son contenu. La plupart des installations sont munies d'un ventilateur qui, placé sous le châssis à doubler, refroidit vivement la capsule. Le refroidissement doit toujours se faire par en dessous sinon l'alliage plomb se figerait rapidement en empêchant la pellicule de cuivre de se rétracter normalement.

415 — Doublage en cuvette

Pour doubler en cuvette, la coquille est munie de bords larges d'environ 2 cm. Après étamage, ces bords sont repliés de façon à former une cuvette, d'où le nom. Le doublage peut alors se faire sur marbre chauffant ou sur presse. L'alliage est coulé ensuite dans la cuvette. Ce procédé présente l'avantage d'empêcher le passage de la matière en fusion sur l'œil (fig. 67).

Dans certains ateliers on complète le doublage en cuvette par un refroidissement sous une légère pression, ce qui diminue les

difficultés du dressage en cas de réussite. Mais si par accident, de la matière en fusion ou un corps étranger s'était interposé entre l'œil de la coquille et le plateau de la presse, la pression accentuerait le défaut et compliquerait le dressage. Pour l'étamage des coquilles, on emploie généralement la feuille d'étain. A défaut de soudure laminée, on étame à la grenaille étain-plomb ou à l'étain liquide (étain en suspension dans du chlorure de zinc).

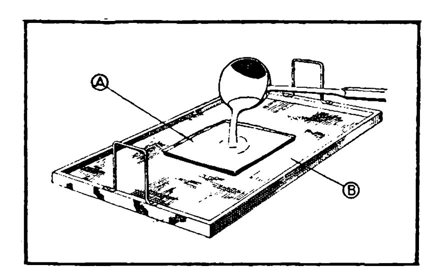


Fig. 67. — Doublage en cuvette.
A : Coquille (bords repliés en cuvette)
B : Capsule ou marbre chauffant

La grenaille se prépare en faisant fondre étain et plomb en parties égales. On fait tomber au travers d'un tamis et de très haut, l'alliage en fusion goutte à goutte dans un récipient contenant de l'eau. On obtient de la sorte une grenaille assez fine qu'on laisse sécher avant usage.

Après doublage, le galvano est nettoyé énergiquement à l'eau et brossé à la ponce fine, débité à la scie à ruban et équerré au rabot-disque en laissant un cadre de soutien pour le dressage.

L'œil du galvano a souffert pendant le doublage et subi des déformations plus ou moins sensibles. Il faut maintenant le rendre absolument plan, c'est-à-dire amener tous les points imprimants dans le même plan. C'est le « dressage ».

416 — Dressage

Le dressage est une opération très délicate qui demande des qualités manuelles très développées par la pratique.

Dans le dressage le galvanotypeur amène tous les points de la surface imprimante du galvano dans le même plan par un repoussage minutieux au dos du galvano.

Ce repoussage est effectué sur un marbre en acier ou une pierre lithographique (fig. 68).

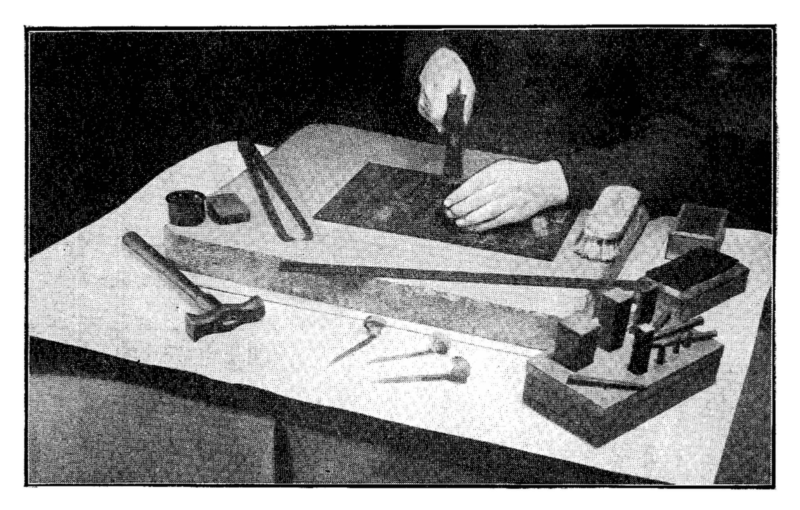


Fig. 68. — Dressage des galvanos.

L'outillage nécessaire comporte :

— 1 marteau,
— Quelques taquoirs en bois semi-dur (hêtre),
— Une série de matoirs à dresser en acier,
— 1 compas à tracer,
— 1 règle en fer ou en zinc dont les bords s'appliquent exactement sur le marbre à dresser,
— 1 brosse ordinaire,
— 1 gomme émeri et de la toile émeri superfine,
— 1 brunissoir.

Les matoirs (fig. 69) sont des tiges d'acier d'une longueur de 5 à 8 cm, de section carrée ou rectangulaire dont une extrémité est finement dentelée. Il faut en avoir toute une gamme de sections

allant de 5 mm de côté jusqu'à 40 mm environ. Les matoirs plus petits n'ont pas besoin d'être dentelés et sont constitués par de simples chasse-clous de section plus ou moins forte. La denture est serrée et peu profonde pour les petites tailles, tandis que ceux à forte section sont à denture plus large et plus profonde (fig. 69 *bis*). La surface doit être bien plane sinon le repoussage serait irrégulier et un bon dressage impossible.

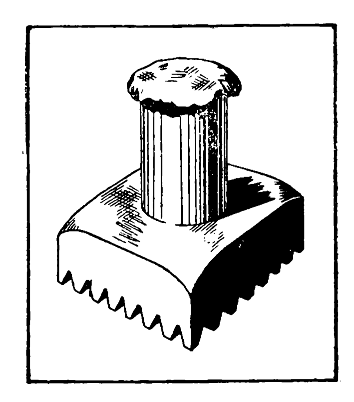


Fig. 69. — Matoir du dresseur.

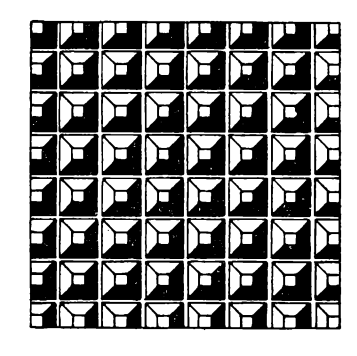


Fig. 69 *bis.* — Denture du matoir.

Le compas à pointes sèches a une longueur de 30 à 40 cm. Les pointes sont recourbées l'une vers l'autre pour se toucher, le compas fermé.

Le dressage peut se décomposer en deux opérations :

1° Le dégrossissage,

2° Le dressage proprement dit.

417 — Dégrossissage

On examine attentivement le galvano équerré et nettoyé. Le premier travail est la vérification de l'œil. Il serait en effet inutile de terminer un galvano qui n'aurait pas les qualités requises pour l'impression. On élimine tous les corps étrangers qui pourraient se trouver sur l'œil (étamage au moment du doublage).

Lorsque le galvano présente une surface imprimante nette, on effectue les opérations suivantes :

— Vérifier à la règle la hauteur des bords. S'ils étaient plus hauts que l'œil on les tasserait au marteau ou au matoir pour les amener au même niveau.

— Glisser la règle successivement sous chaque bord du galvano en donnant un bon coup de taquoir; cette opération a pour but de donner au galvano un léger « creux ».

— Retourner le galvano brossé sur le marbre propre. Taquer doucement et vérifier la portée en tapotant avec un doigt sur l'ensemble; les parties creuses rendent un son « de casserole ».

— Par le taquage et l'emploi judicieux de la règle, le galvano doit « porter » (côté œil) parfaitement sur le marbre et présenter une surface à peu près plane. Ce dernier point est vérifié à la règle.

— Dès que ce résultat est obtenu : galvano à peu près droit et portant bien sur la pierre ou le marbre, on le dégrossit c'est-à-dire qu'on amène l'épaisseur du galvano à 13 points environ par un rabotage mécanique.

— S'il y avait des déformations trop sensibles, il serait préférable de les atténuer par repoussage au matoir avant de dégrossir le galvano.

L'ensemble de cette opération ne doit durer que quelques minutes. On ne recherche pas un résultat parfait. Son but est simplement de rendre les deux faces du galvano parallèles et de diminuer l'épaisseur pour faciliter le repoussage ultérieur.

Dans le cas où le doublage présenterait une surface nette et de faible épaisseur on pourrait dresser directement sans passer par le stade intermédiaire du dégrossissage.

418 — Dressage proprement dit

Il est difficile d'établir des règles précises pour ce travail, la façon de procéder variant avec la nature de chaque galvano. D'une manière générale les parties imprimantes trop basses, ou

« faiblesses », sont repérées au dos du galvano par un traçage au compas (la pointe supérieure guide tandis que la pointe inférieure

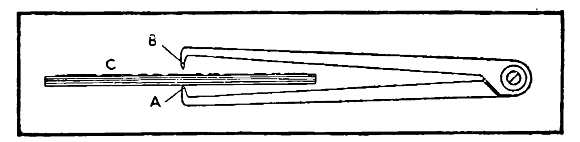


Fig. 70, — Repérage des faiblesses au compas.
A : Pointe traceuse — B : Pointe guide — C : Galvano

trace). Elles sont ensuite amenées dans le même plan que les parties normales par un repoussage au matoir (fig. 70).

419 — Galvanos textes ou gravures ordinaires

On trace l'ensemble en délimitant les blancs puis on donne un coup de matoir général avec un matoir de moyenne section. On passe la gomme émeri bien à plat sur l'œil : les parties ternes sont encore faibles. On procède à un repérage précis des faiblesses que l'on remonte une à une. Si la forme a été bien révisée avant moulage et qu'il n'y a pas eu d'incidents au doublage, il ne doit rester que très peu de faiblesses après le coup de matoir général. S'il en restait par trop, il serait préférable d'effectuer une deuxième

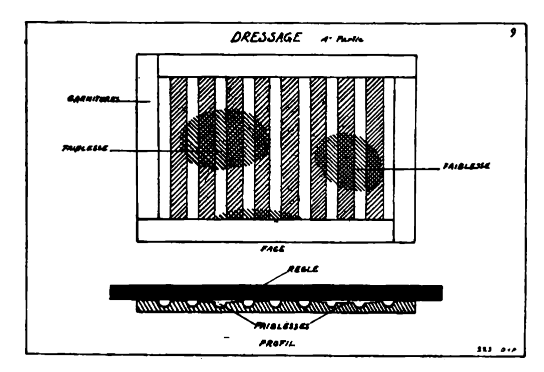


Fig. 71. — Repérage des faiblesses à la gomme émeri.

frappe générale plutôt que de procéder à des repoussages particuliers multiples. Eviter de taper sur des lignes isolées qui, non soutenues, s'écrasent facilement ainsi que les lignes de grisés et de pointillés.

La toile émeri fine est passée sur les aplats et les parties non fragiles tandis que la gomme émeri est suffisante pour le texte et les parties délicates des gravures (fig. 71).

420 — Galvanos similis

Les galvanos de similigravure doivent être traités différemment selon que les bords reproduisent des teintes plus ou moins claires. Les teintes claires (les ciels) seront tracées légèrement en retrait des contours.

On donne un coup de matoir général de la plus grande surface possible suivi d'un repoussage des faiblesses particulières.

L'effort à faire est proportionné à la finesse de trame. Éviter de taper sur les parties délicates sans absolue nécessité.

La toile émeri et la gomme sont à proscrire pour le dressage des similis délicats ou nickel direct. Les faiblesses sont délimitées au toucher en passant légèrement un doigt sur la surface imprimante, et contrôlées à la règle.

Pour le dressage des similis très délicats on interposera pendant la frappe une feuille mince de gélatine entre l'œil et le marbre.

Dans tous les cas, s'il y a une faiblesse particulièrement prononcée, il faut l'atténuer avant de donner un coup de matoir général. C'est à l'ouvrier de juger suivant la nature et l'état de la surface imprimante, s'il peut effectuer le dressage par un repoussage général ou seulement se cantonner à faire des relèvements particuliers.

De toutes manières, le dresseur doit tenir compte des observations suivantes :

— Avant dressage, évaluer l'épaisseur de la coquille pour doser sa frappe.

— Avant chaque frappe, brosser soigneusement le galvano et le marbre, les poussières provoquent des trous sur l'œil (appelé vulgairement « morpions »).

— Après chaque frappe, remettre le galvano d'aplomb par un coup de taquoir.

— Pendant la frappe : dès que le galvano est faussé, le remettre d'aplomb avant de continuer. Les coups de matoirs sur l'ensemble sont donnés en « escargots » c'est-à-dire en suivant le pourtour pour aboutir au milieu, ce qui faussera moins le galvano.

— Autant que possible, effectuer le dressage avec un minimum de manipulation. Plus on retourne le galvano sur la pierre, plus les risques de poussières et d'engraissement de l'œil par frottements sur le marbre sont grands.

— La main qui tient le matoir doit s'appuyer également sur le galvano pour éviter les soubresauts pendant la frappe.

— Se servir de préférence de petits matoirs pour remonter les faiblesses sensibles même si elles sont assez étendues.

— Ne jamais glisser ou frotter l'œil du galvano contre le marbre à dresser.

— Ne pas abuser de la toile émeri ou de la gomme qui arrondirait l'œil et diminuerait la finesse de la reproduction.

— Les fentes et les trous accidentels sont matés au brunissoir avant le repoussage qui est effectué à l'aide de petits matoirs genre chasse-clous et repousse-filets.

— Le dressage terminé, il faut faire « porter » le galvano sur le marbre et le mettre *rigoureusement* droit à la règle dans tous les sens. Eviter que les bords ne soient plus hauts que l'œil sans quoi l'épaisseur du galvano ne serait pas régulière au rabotage final.

— Le galvano complètement dressé est mis à l'épaisseur définitive par rabotage mécanique (en général 10 points).

421 — Calibrage, fraisage, retouches et corrections des galvanos

Les galvanos rabotés à l'épaisseur définitive sont calibrés, retouchés, corrigés et fraisés (s'il y a lieu), dans les mêmes condi-

tions que les stéréos. Ne fraiser les galvanos qu'en cas d'absolue nécessité. Un galvano trop détouré serait fragile et la coquille pourrait se dessouder pendant le tirage.

Le montage des galvanos se fait de la même manière que les stéréos, sur bois, sur plomb antimonié ou sur acier.

422 — Triplage des galvanos

On appelle « triplage » l'opération qui consiste à faire un apport de métal de façon à amener le galvano à hauteur typo. Le galvano dressé et raboté à 10 points d'épaisseur est strié au dos avec un outil coupant appelé « *diviseur* ». Il est introduit dans un moule à fondre, l'œil en dessous, et entouré d'équerres hauteur d'œil. Les bords de soutien sont laissés en place. Il est préférable, pour avoir une bonne adhérence, de chauffer assez fortement le galvano ou d'effectuer le triplage dans un moule chaud (fig. 72).

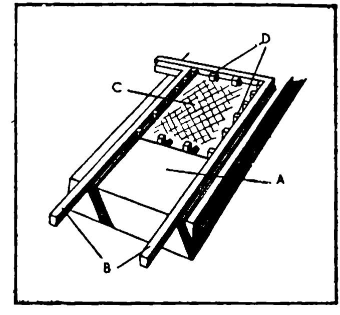


Fig. 72. — Triplage du galvano.
A : Platine inférieure du moule à fondre
B : Équerres hauteur d'œil
C : Galvano
D : Picots en plomb

On passe de la stéarine ou bougie au dos du galvano qui est recouvert ensuite d'une feuille de soudure. Des picots de plomb placés sur le pourtour et arrivant au niveau des équerres maintiennent le galvano pendant la coulée. Le moule est mis en position de fonte et on effectue la coulée à l'aide d'une « araignée ». L'alliage est celui de stéréotypie et sa température doit être aux environs de 320 à 330° C.

La soudure ainsi obtenue est assez adhérente, mais la chaleur a tendance à fausser le galvano qu'il faut remettre d'aplomb avant de l'amener à 23,56 mm d'épaisseur à la raboteuse. Il est préférable d'employer des équerres légèrement plus épaisses que la hauteur d'œil pour rendre possible le rabotage final.

Lorsque le galvano est évidé pour des changements sous presse ou la pose de numéroteurs, on ajuste dans le galvano au moment du triplage des noyaux en fer de calibre correspondant à l'alvéole ou à défaut des noyaux en bois très sec ou en métal à galvano entourés d'une bande de papier pour empêcher la resoudure. Ces noyaux sont enlevés après démoulage. On obtient de cette façon des passe-partout propres. Il est évident que ces noyaux doivent être chauffés énergiquement. La coulée doit se faire également avec une matière plus chaude pour éviter les soufflures aux alentours des pièces.

L'inconvénient du triplage est, en cas d'insuccès, de sacrifier un galvano terminé. Quelquefois, la matière en fusion se glissant entre l'œil et la platine inférieure, déforme complètement le galvano. Le seul remède est alors de remettre le galvano à 10 points et d'effectuer un second dressage. Ces accidents n'arrivent pas si l'on a pris les précautions indispensables.

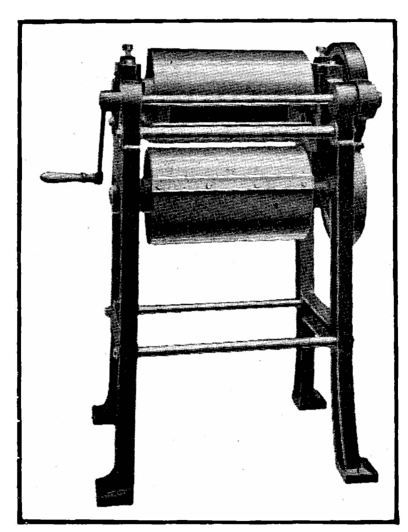


Fig. 73. Machine à cintrer les galvanos.

423 — Galvanos cylindriques

Pour le tirage sur machines rotatives, les galvanos sont cintrés. Le cintrage se fait à froid ou à chaud, mais généralement en deux temps : d'abord le galvano terminé est passé dans une cintreuse de faible courbure, puis dans une deuxième qui lui donne sa courbure définitive (fig. 73).

424 — Nickelage des galvanos

Avant la mise au bain de nickelage, les galvanos sont nettoyés à l'essence, brossés à la ponce fine et dégraissés soit à l'aide d'une bouillie de chaux de Vienne, soit dans un bain alcalin bouillant.

CHAPITRE X

ATELIER DU CLICHEUR-GALVANOTYPEUR

MACHINES ET MATÉRIEL

431 — Protection des machines-outils

D'une manière générale, les machines-outils sont munies d'un carter de protection qui réduit les possibilités d'accidents, protection d'ailleurs règlementée par l'Inspection du Travail.

Une vérification et un entretien hebdomadaire des machines-outils sont indispensables si l'on veut travailler dans de bonnes conditions et assurer une bonne conservation du matériel.

432 — Biseauteuse

Certains modèles de biseauteuses sont basés sur le principe des « trimmers » (voir § 445), avec le plateau porte-clichés horizontal

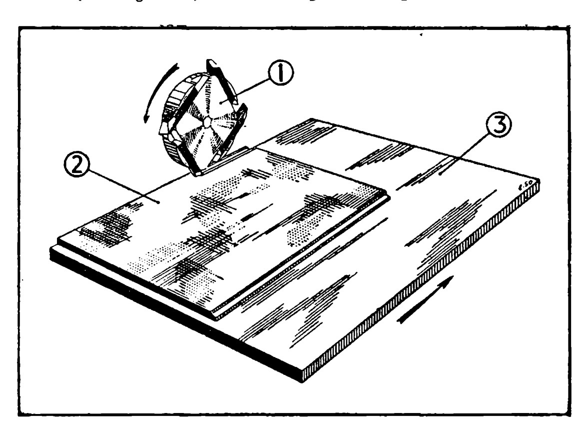


Fig. 74. — Biseauteuse mécanique à quatre couteaux.
1 - Porte-couteaux — 2 - Cliché — 3 - Table

réglable en hauteur. D'un maniement facile, elles ont une grande vitesse d'exécution (fig. 74).

Un autre modèle est basé sur le principe des fraiseuses. Une mèche inclinée tournant à grande vitesse, biseaute le cliché qui se déplace sous elle, entraîné par un plateau mobile.

433 — Chaudières

C'est l'ensemble constitué par un creuset en fonte et un système de chauffage servant à fondre les alliages (fig. 75). Le chauffage est au mazout, au gaz ou électrique, ou même au char-

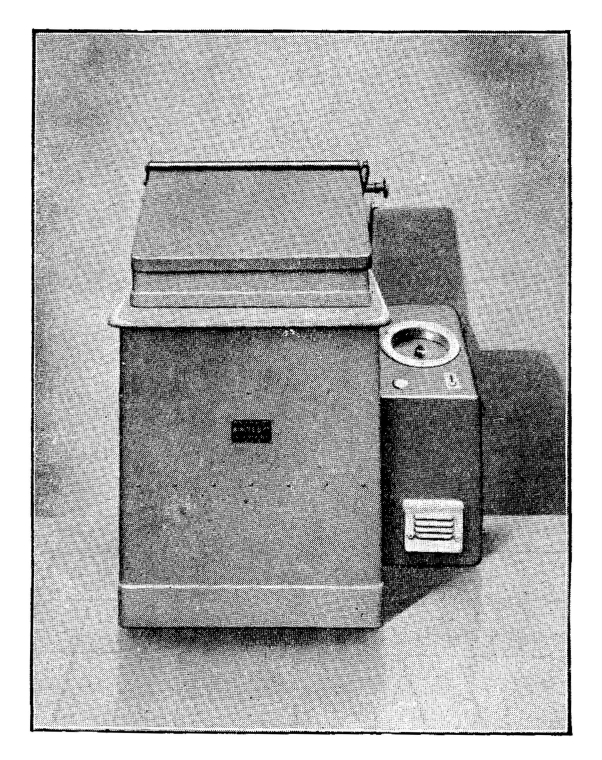


Fig. 75. — Chaudière de stéréotypie électrique (Mincel).

bon. Dans les modèles récents, les chaudières sont munies d'un thermostat qui assure automatiquement le réglage de la température. Les chaudières pour la fonte des clichés cylindriques sont munies d'une pompe refoulant l'alliage dans un gueulard qui aboutit au-dessus de l'orifice du moule en position de fonte. Dans les journaux, les fondeuses sont perfectionnées au maximum pour assurer un débit rapide et régulier.

Une hotte située au-dessus du creuset évacue vers l'extérieur les vapeurs nocives.

434 — Coupoir a cylindriques et compresseur

Les cylindriques, sortis du moule à fondre, sont calibrés et biseautés sur un coupoir : c'est un cylindre rotatif en acier qui entraîne le stéréo dans son mouvement de rotation et l'amène au contact de deux couteaux latéraux réglables qui viennent biseauter ses bords. Des points de repère permettent la mise en place correcte des stéréos sur le cylindre (voir fig. 32).

Le stéréo cylindrique ou plutôt semi-cylindrique subit ensuite l'action du compresseur, lame d'acier très large décrivant un mouvement de rotation pour rectifier la surface intérieure du stéréo et lui donner l'épaisseur type. Pendant cette action, le stéréo est maintenu sur un plateau concave de même courbure que lui (voir fig. 33).

Tout le matériel de confection des cylindriques dépend évidemment du type de rotative à laquelle sont destinés les clichés.

L'ensemble du matériel destiné à la fabrication des cylindriques est étudié pour donner au stéréo un diamètre légèrement inférieur à celui du cylindre porte-cliché de la rotative. Ceci évite le cliquetage c'est-à-dire le bruit causé par le mouvement d'un stéréo qui, de diamètre plus grand que son cylindre porteur, buterait périodiquement à sa surface en faisant au passage des freins le bruit ainsi dénommé.

435 — Marbre a imposer. Chassis et garnitures

Le « marbre » à imposer est un grand plateau en fonte à surface bien plane sur lequel on dépose les compositions typographiques pour procéder à leur imposition.

A proximité immédiate du marbre doivent se trouver châssis et garnitures classés par dimensions afin d'en faciliter la recherche.

Le châssis est un cadre en acier de forme rectangulaire, d'épaisseur typographique (23,56 mm). Il est muni d'un système de serrage et doit être très robuste pour résister aux pressions des moulages mécaniques (fig. 76).

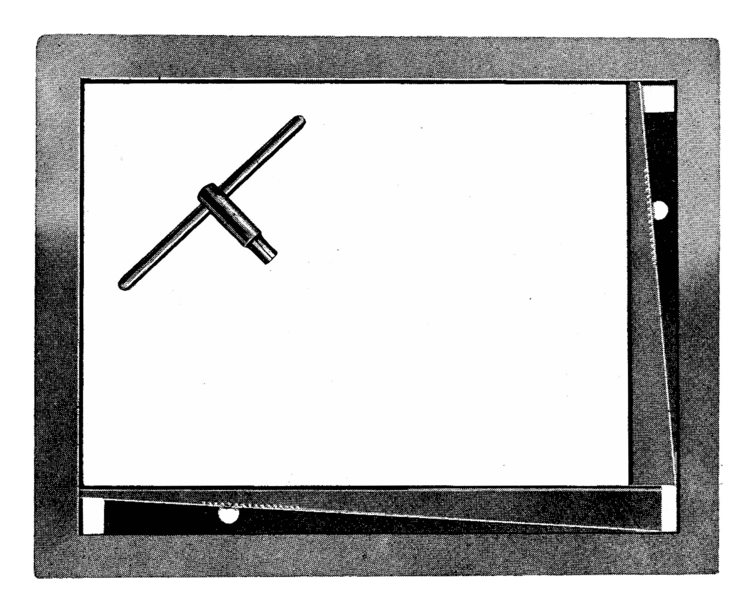


Fig. 76. — Châssis de clicherie et serrage.

Les garnitures sont constituées par des barres d'acier également de 23,56 mm d'épaisseur et fraisées ou biseautées sur un angle que l'on mettra en contact avec la composition. Leurs autres

dimensions sont variables. Elles servent à constituer un cadre de soutien autour des compositions typographiques pendant les opérations de moulage.

436 — Meules

Ces meules servent à l'affûtage. La meule en grès est constituée par un disque épais de grès, à faible vitesse de rotation. Elle doit être constamment imbibée d'eau, pour éviter l'échauffement de l'outil qui se détremperait à la chaleur. L'outil à affûter est promené lentement sur toute la largeur de la meule pour éviter de provoquer des sillons.

La meule émeri est un petit disque épais, tournant à grande vitesse. Il est constitué par certains abrasifs agglomérés (corindon, carborundum, etc...). L'affûtage est rapide mais brutal, il provoque un échauffement excessif des pièces qu'il faut plonger de temps à autre dans l'eau froide pendant l'opération (fig. 77).

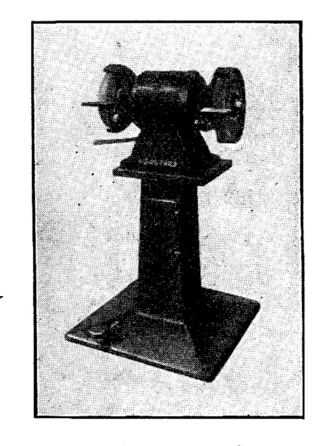


Fig. 77. — Touret-meules émeri.

Il est dangereux de trop serrer une meule entre ses flasques. Il faut interposer un disque de papier entre chaque flasque et la meule pour éviter la fêlure de celle-ci qui entraînerait ultérieurement sa rupture brutale occasionnant des accidents très graves. Ne pas meuler sans lunettes de protection car les projections de grains échauffés par les étincelles peuvent atteindre les yeux de l'ouvrier. Les meules sont nettoyées à l'aide d'une tôle et retaillées au moyen d'un diamant, seul corps plus dur que l'émeri.

437 — Moule a fondre

Il est composé de deux plateaux de fonte, articulés par une charnière qui leur permet de s'ouvrir et de se fermer à la façon

d'un livre. Une ou deux vis de forte section assurent le serrage des platines au moment de la fonte. L'épaisseur et les dimensions de la coulée sont déterminées par des équerres en fer de gabarit variable introduites entre les deux platines (fig. 78).

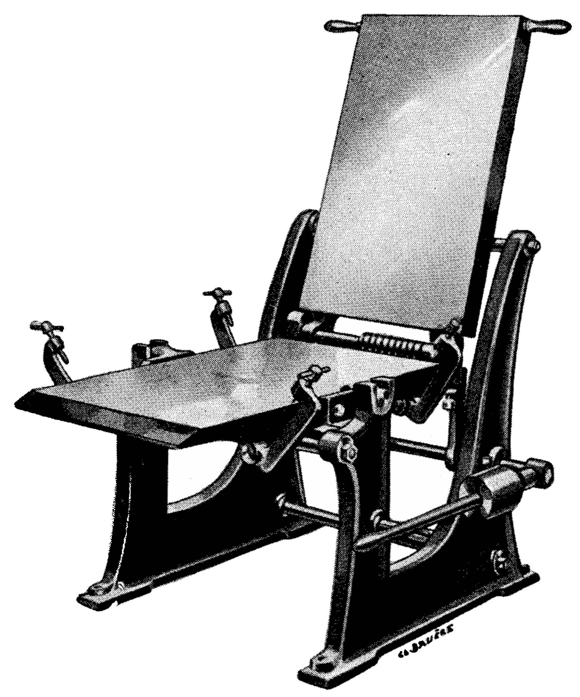


Fig. 78. — Moule à fondre les stéréos à plat.

La manœuvre des moules de grand format est facilitée par des dispositifs à ressort ou à contrepoids, équilibrant le poids de la platine supérieure.

Dans la fonte des cylindriques, le moule est de même forme que les cylindres de la rotative. La platine supérieure est fixe et munie d'un système de circulation d'eau provoquant un refroidissement rapide des clichés. La platine inférieure se déboîte et

coulisse sur des galets; elle est munie de volets latéraux mobiles que l'on rabat sur les bords de l'empreinte pour la maintenir en place.

Dans les quotidiens, les moules à fondre les cylindriques sont munis des derniers perfectionnements. Le travail d'ouverture et de fermeture du moule, la coulée, etc..., deviennent automatiques. Une des particularités de ces moules est la suppression de l'obligation de marger, c'est-à-dire de placer l'empreinte dans le moule à chaque fonte. La platine supérieure est remplacée par un noyau cylindrique de fonte pivotant sur un axe vertical. On place l'empreinte sur une platine concave semi-cylindrique. En position de fonte, cette platine inférieure se relève et vient s'appuyer contre une demi-face du noyau cylindrique. Après chaque fonte, ces deux parties se déboîtent légèrement, le noyau cylindrique portant le cliché pivote d'un demi-tour et présente sa deuxième demi-face en regard de la partie concave sur laquelle reste fixée l'empreinte. Les deux parties s'emboîtent à nouveau et on procède à la deuxième coulée. Pendant ce temps, un ouvrier enlève le cylindrique qui, sous l'effet de la rotation de la partie supérieure du moule, se trouve maintenant à l'extérieur. Cela accélère fortement le débit de la fondeuse puisque le placement de l'empreinte n'est effectué qu'à la première fonte, toutes les suivantes s'effectuant automatiquement.

438 — Planeuse a bras mobile

Cette machine est utilisée pour la mise d'épaisseur des clichés ou des semelles blocs. Une bielle actionnée par un grand volant, mû par un moteur, fait avancer et reculer un porte-fer sur lequel est fixé un couteau en acier qui décrit ainsi un mouvement de va-et-vient. Clichés et blocs sont maintenus sur un plateau à l'aide de deux cylindres presseurs. Ce plateau mobile défile lentement sous le couteau pendant le planage. Ces machines sont robustes et facilement réglables. Elles ont une précision suffisante pour les travaux courants (fig. 30 et 79).

La raboteuse à bras mobile est utilisée pour effectuer la plus grande partie du travail, la dernière passe de finissage étant faite sur une planeuse à fraise hélicoïdale ou à lame.

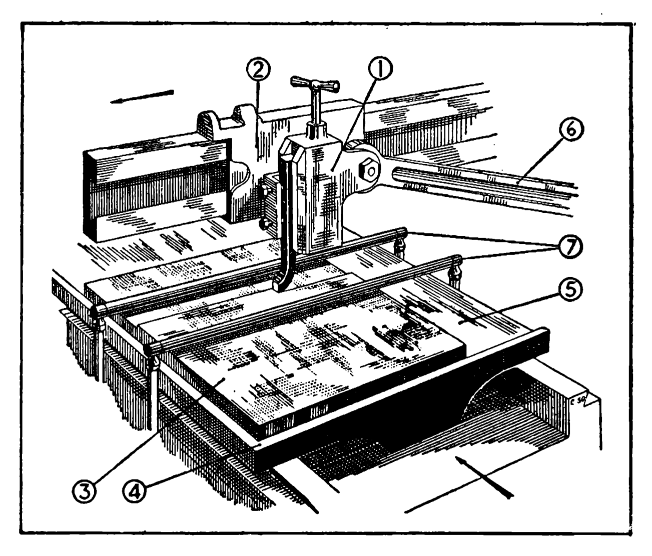


Fig. 79. — Raboteuse à bras mobile (mouvement va-et-vient).

1 - Porte-outil
2 - Coulisseau
3 - Bloc à raboter
4 - Équerre de butée
7 - Rouleaux de pression
5 - Table
6 - Bielle

439 — Planeuse a disque

Cette machine uniquement utilisée pour la mise d'épaisseur des blocs est constituée par un grand disque à axe vertical tournant à grande vitesse, et portant sur sa périphérie des couteaux ou des gouges. Le bloc à usiner est griffé sur un plateau horizontal se déplaçant lentement et parallèlement au disque (fig. 80 et 80 *bis*).

Fig. 80.
Planeuse rotative.

1 - Porte-outils
2 - Bloc à usiner
3 - Butée
4 - Table

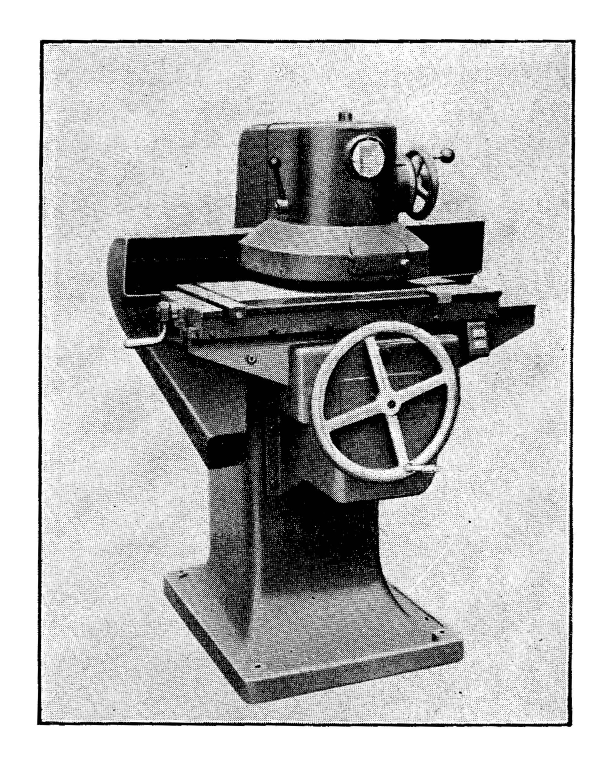


Fig. 80 ***bis***.
Planeuse rotative
« Mincel »

440 — Planeuse a fraise hélicoidale

Un autre modèle de planeuse, plus précise mais d'un débit moins grand, est constitué par une fraise hélicoïdale rotative (fig. 81 et 81 *bis*), réglable en hauteur. Le cliché ou bloc fixé sur un plateau mobile passe lentement sous la fraise. Ce système donne un planage précis et lisse mais on ne peut effectuer d'aussi fortes passes qu'avec les machines précédentes.

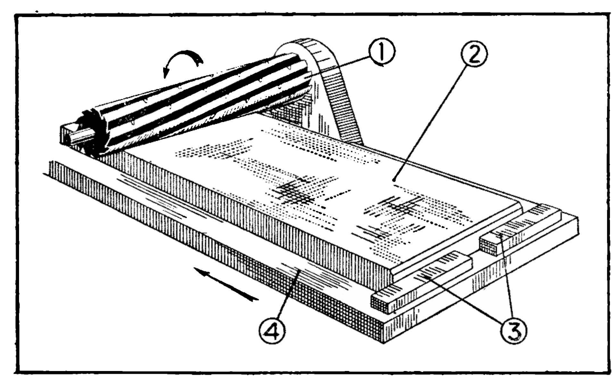


Fig. 81.

Planeuse à couteau hélicoïdal.

1 - Couteau rotatif.
2 - Cliché
3 - Butoir
4 - Table

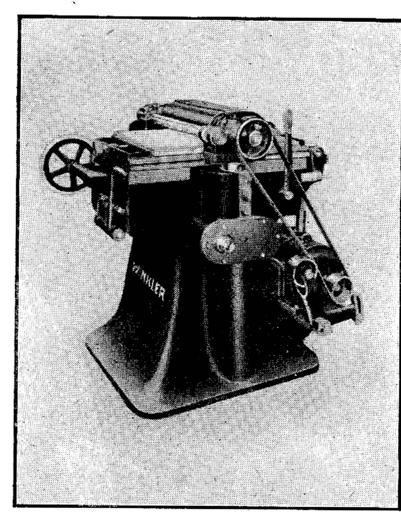


Fig. 81 *bis.*

Planeuse-raboteuse de stéréotypie « Wifag ».

441 — Planeuse a lame (raseuse)

Sur cette planeuse, l'outil est constitué par une lame plate soigneusement affûtée et rectifiée qui, en se déplaçant lentement et parallèlement au plateau porte-cliché, enlève un immense copeau

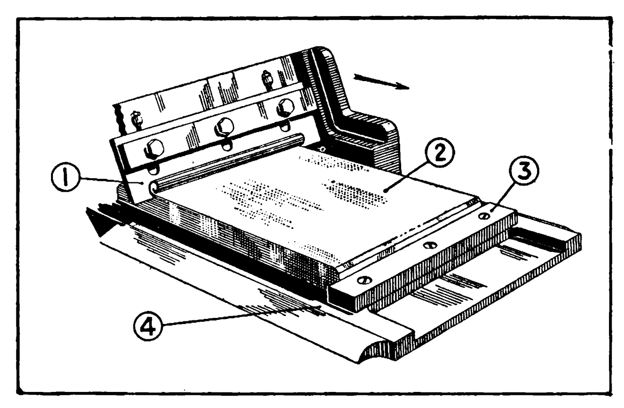


Fig. 82. — Planeuse à lame (raseuse).
1 - Lame 2 - Bloc à raboter 3 - Butée 4 - Table

sur toute la largeur de la surface à usiner. La passe admissible est encore plus faible que sur la planeuse hélicoïdale (fig. 82).

442 — Presse hydraulique

La presse hydraulique est basée sur la transmission intégrale des pressions par les liquides.

Considérons deux cylindres communiquant par le bas (fig. 83), la surface de A est de 100 cm², celle de B de 1 cm². Si on effectue une pression de 1 kilo sur B, le liquide transmet intégralement la pression sur chaque cm² de A. La pression obtenue en A sera donc 100 fois plus grande que celle effectuée en B.

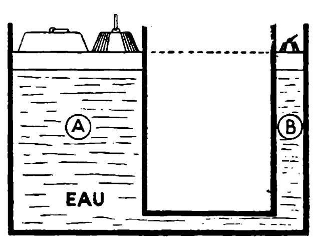


Fig. 83. — Principe de la presse hydraulique.

Mais supposons que le piston de la presse soit surmonté d'une platine qui soit deux fois plus grande et qui mesure par conséquent 200 cm^2. La pression totale sur la platine restera celle transmise par le piston et comme la surface est deux fois plus grande, la pression par cm^2 sera deux fois plus petite, c'est-à-dire dans le cas présent 1/2 kilo par cm^2.

C'est le principe de la presse hydraulique. Mécaniquement ou à la main à l'aide d'une pompe, on effectue une pression sur une petite colonne de liquide, huile ou eau, ce qui a pour effet de chasser ce liquide dans un grand cylindre et de soulever un piston qui fait corps avec la platine inférieure de la presse. Cette dernière s'élève sous la poussée du liquide et se rapproche de la platine supérieure fixe.

Un corps interposé entre les deux platines sera soumis à une pression, d'autant plus grande que le rapport des sections du gros cylindre de la presse au corps de pompe de la presse sera plus élevé.

Un manomètre fixé sur la presse donne la pression du liquide qui s'exerce par cm^2 sur le piston.

Dans le cas où l'on ne connaîtrait pas les caractéristiques de puissance de la presse, il faudrait opérer comme suit : mesurer le diamètre du piston puis calculer sa surface. Déterminer ensuite le rapport entre cette surface et celle de la forme à mouler.

Admettons que la forme soit deux fois plus grande que le piston et sachant, par exemple, que l'on veuille donner en moyenne une pression de 150 kilos sur un travail déterminé, lorsque l'aiguille du manomètre de la presse marquera 300 kilos, nous aurons effectivement 150 kilos par cm^2 sur la forme. Au contraire, si la forme est deux fois plus petite que le piston, il faudrait 75 kilos au manomètre pour avoir la même pression sur la forme.

Il existe différents modèles de presse plus ou moins perfectionnés. En stéréotypie, la platine inférieure est obligatoirement chauffante pour assurer le séchage des empreintes. Ce chauffage

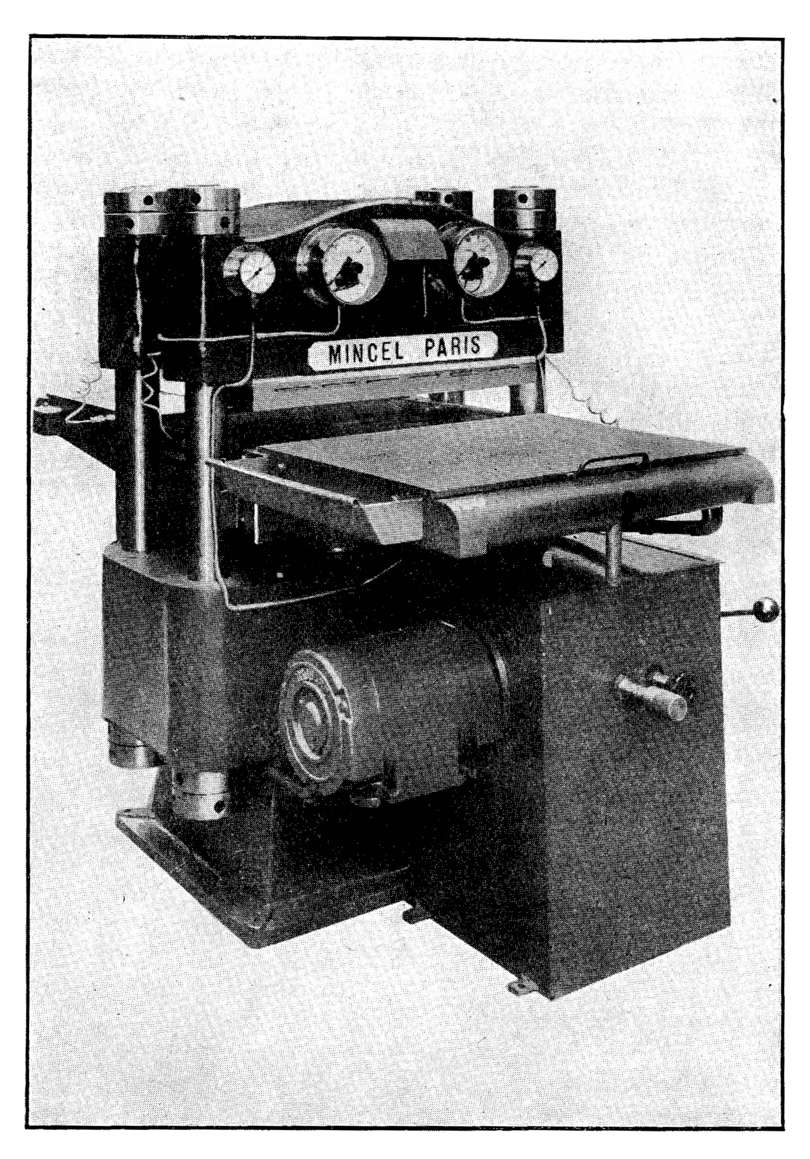


Fig. 84. — Presse hydraulique.

est électrique. Un thermomètre fixé sur la platine en permet le contrôle. Souvent un thermostat assure une température constante sans intervention de l'ouvrier.

Les anciens modèles de presses fonctionnent à l'eau, les nouveaux à l'huile ou à l'eau.

Les presses sont munies de dessertes à l'avant et à l'arrière qui facilitent la manutention des formes (fig. 84).

443 — Pose des cuirs emboutis dans les presses hydrauliques

Les cuirs emboutis en forme de U sont placés dans une gorge pratiquée dans la partie supérieure du « pot ».

Avant leur emploi, ces cuirs qui sont très durs doivent être assouplis en les malaxant à la main dans du suif *froid*.

On les garnit intérieurement d'une tresse suiffée de diamètre convenable pour les maintenir en forme.

Donner au cuir la forme d'un huit pour l'introduire dans le pot et le placer de proche en proche dans la gorge en le talonnant avec un morceau de bois.

Remplir d'eau le cylindre avant de remettre le piston.

444 — Rabot-disque

Un moteur assure la rotation d'un disque métallique à axe horizontal pouvant recevoir des fers, au nombre de deux ou trois

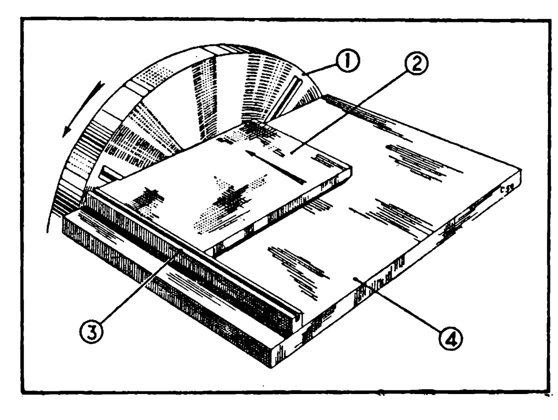


Fig. 85.
Rabot-disque à trois couteaux.

1 - Porte-couteaux
2 - Cliché ou bloc à raboter
3 - Guide
4 - Table

dans les modèles courants. Ces fers, en relief à la surface du disque, viennent raboter le cliché, débordant légèrement d'une table horizontale pendant la rotation (fig. 27 et 85). L'affûtage des fers doit être d'une rectitude absolue et se fait à l'aide d'une meule munie d'un porte-fers réglable.

Lors du réglage des fers sur le disque, vérifier le bon équerrage de la coupe.

445 — Raboteuse trimmer

Petit disque rotatif à axe horizontal portant plusieurs couteaux et gouges réglables, et tournant à grande vitesse (3.000 tours-minute) au bord d'un plateau en acier. Sur ce plateau, coulissant dans des rainures, se trouve une équerre mobile et une griffe de serrage des clichés. On règle la profondeur de passe à l'aide d'une réglette fixée au plateau et placée dans le même plan que les fers de la raboteuse. A l'aide du système de serrage, on bloque le cliché que l'on pousse au moyen de l'équerre mobile. Dans d'autres modèles, c'est le plateau entier qui est mobile. La profondeur de passe est alors obtenue en faisant déborder plus ou moins le cliché du plateau. Les couteaux ou gouges doivent être affûtés suivant un gabarit précis. Le réglage s'effectue à l'aide de piges étalonnées. Les disques sont enfermés dans un coffrage en tôle, vissé solidement et échancré pour laisser passage aux clichés. Ces machines permettent un grand débit surtout dans les travaux en série (fig. 86).

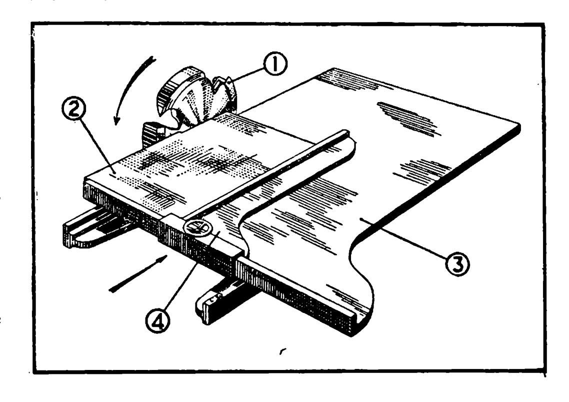


Fig. 86
Trimmer à quatre couteaux.

1 - Porte-couteaux
2 - Cliché
3 - Table
4 - Équerre de réglage

446 — Scie a ruban

Deux volants, dont l'un est actionné par un moteur, entraînent un ruban d'acier muni de dents qui entament le métal. Pour le sciage des métaux tendres, plomb et alliage, une denture de 3 ou 4 dents au centimètre est suffisante. Le moteur et les roulements doivent être graissés au moins une fois par semaine. En cours de sciage, on suiffe de temps en temps le ruban (fig. 26).

Dès que le sciage s'effectue par saccades, arrêter la machine et vérifier que le ruban ne présente aucune cassure. Les scies cassées sont envoyées au brasage et à l'affûtage. On peut affûter soi-même les scies en refaisant la denture à l'aide d'un tiers-point.

447 — Scie circulaire

Cette scie est constituée par un disque à dents rotatif. La denture est plus ou moins serrée suivant le métal à découper.

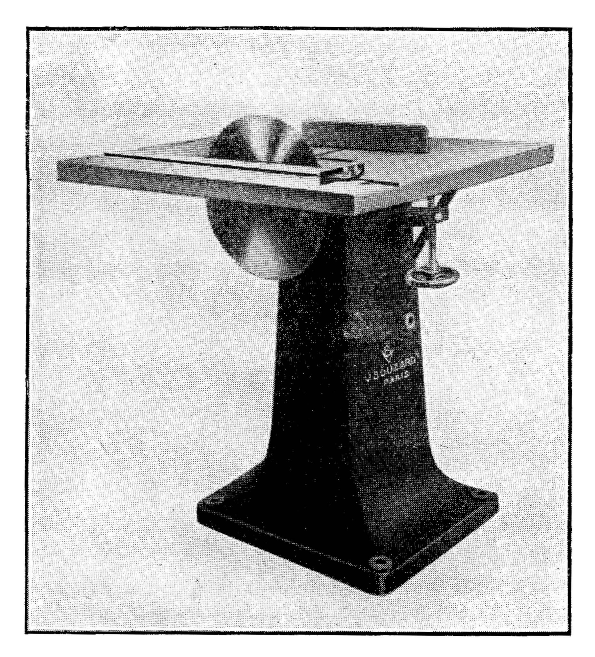


Fig. 87. — Scie circulaire.

De temps en temps, on refait l'affûtage de la denture au tiers-point. Pendant le sciage, suiffer le disque car cette machine peut causer des accidents très graves. Prendre des précautions toutes spéciales lorsqu'il s'agit de dégager le derrière de la lame. Ceci est la source de très nombreux accidents (fig. 87).

448 — Scie sauteuse

Une petite scie est maintenue par un système de serrage entre deux bras animés d'un mouvement alternatif rapide dans le sens vertical. Elle permet un découpage à l'intérieur des clichés (fig. 88).

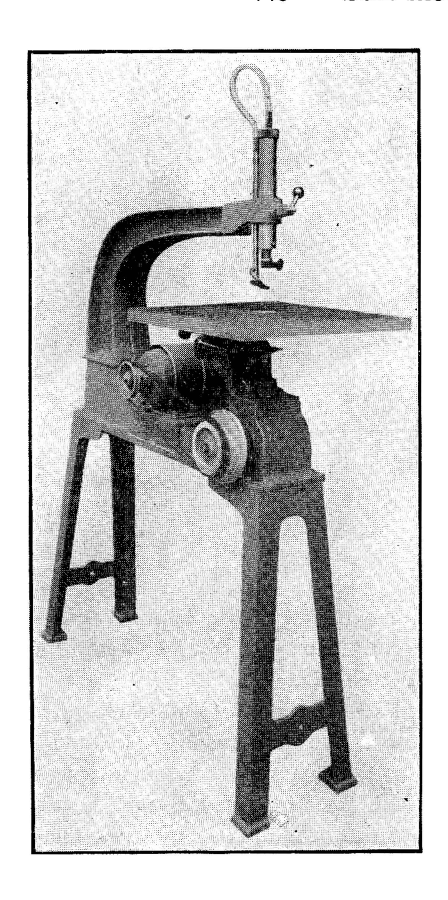


Fig. 88. — Scie sauteuse.

449 — Toupilleuse ou fraiseuse

Une mèche à grande vitesse de rotation (10.000 à 15.000 tours-minute) est fixée sur un bras mobile. Le porte-mèche, réglable en hauteur, fait varier la profondeur des passes. Sur le plateau, un système de serrage assure la fixation des clichés (fig. 29 et 89).

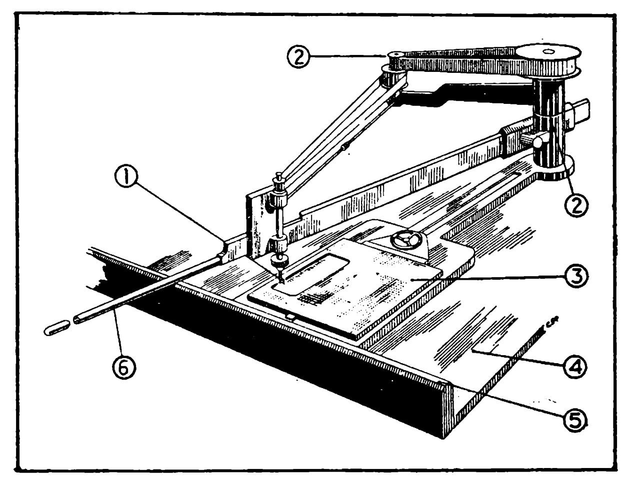


Fig. 89. — Toupilleuse plane.

1 - Outil	3 - Cliché	5 - Règle de guidage
2 - Articulations	4 - Table	6 - Levier de manœuvre

Un même genre de machine-outil a été adapté au travail des cylindriques. Le plateau porte-cliché est remplacé par un tambour cylindrique dont la rotation est commandée par un volant actionné à la main. Un deuxième volant déplace le système porte-mèche, dans le sens horizontal, à l'aide d'une vis sans fin. A l'aide des deux volants qui lui assurent soit la manœuvre du cylindre, soit celle de la mèche, l'ouvrier suit le tracé de son fraisage. Les fraiseuses sont des machines tournant à grande vitesse et le graissage doit être fréquent pour éviter le grippage des roulements.

450 — Matériel pour la galvanotypie

La terminaison des galvanos est peu différente de celle des stéréotypes. Aussi, les machines-outils : scie à ruban, rabot-disque, raboteuse Trimmer, biseauteuse, toupilleuse, étau-limeur ou raboteuse à bras mobile, scie circulaire, meule en grès et émeri, chaudière à plomb, marbre à imposer, servent indifféremment pour l'un ou l'autre des procédés.

Pour le moulage, les presses sont quelque peu différentes de celles utilisées en stéréotypie.

451 — Chaudière a cire

Deux chaudières cylindriques en cuivre communiquent par le bas avec interposition d'un filtre; l'une sert au remplissage et l'autre à l'utilisation. Les chaudières sont à double paroi dans laquelle circule l'eau chaude qui sert à fondre le mélange. On remplit le bain-marie à partir de la canalisation d'eau de ville.

A côté de la chaudière on placera un grand marbre chauffant communiquant avec la chaudière de remplissage. Il sert à la récupération de la cire restant sur les boîtes.

452 — Chaudière et matériel de doublage

La chaudière à doubler est une chaudière de forme rectangulaire et d'accès facile. Elle est pourvue d'une hotte mobile. A côté de la chaudière se trouve un marbre posé sur un support réglable sous lequel est un ventilateur. Le plus souvent le marbre est remplacé par des rouleaux de fer sur lesquels sont posées les capsules pour le doublage (fig. 90).

453 — Marbre a couler la cire

A côté de la chaudière à cire, est disposé un marbre dont les bords sont relevés en cuvette. Il sert à la coulée des boîtes pour le moulage à la cire. Il est muni d'un double fond dans lequel passe une circulation d'eau, pour le réchauffer ou le refroidir.

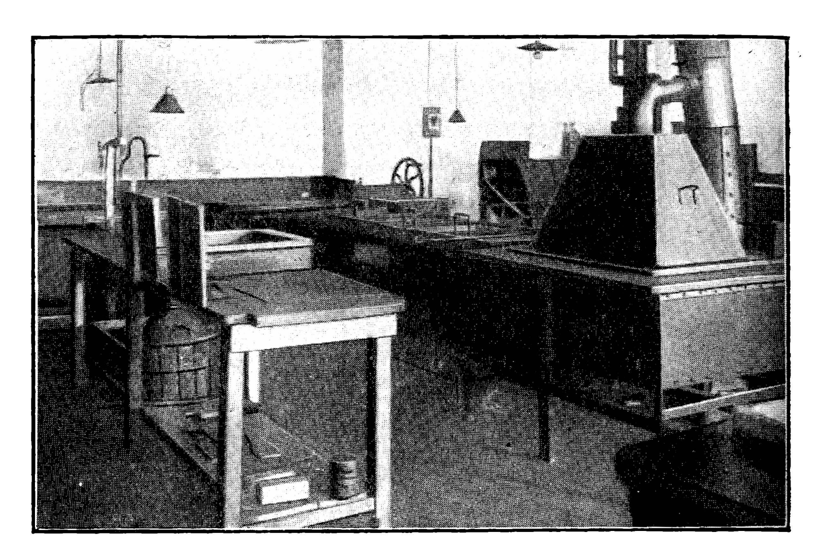


Fig. 90. — Atelier de doublage.

454 — Presse genouillère

Un volant, actionné à la main, commande l'élévation ou la descente de la platine inférieure, alors que la supérieure est fixe. Cette presse peut servir au moulage à la cire des petits formats. Lorsqu'elle est pourvue d'une desserte avant chauffante, elle peut servir aux moulages de plastiques celluloïd ou chlorure de vinyle (fig. 21).

455 — Presse hydraulique

Elle est basée sur le même principe qu'en stéréotypie, mais comporte la modification suivante : les platines ne sont pas chauffantes. La presse peut être munie d'un indicateur de pénétration pour le moulage à la cire. La platine inférieure se déplace mécaniquement, dans le sens horizontal, au moment de la mise sous presse ou de la sortie de la forme. De plus, un levier commande l'arrêt, le maintien ou l'accroissement rapide de la pression (fig. 19, 39, 84).

Dans la presse hydraulique adaptée au moulage au plomb, la platine supérieure est un sommier large d'environ 10 cm dont les bords sont légèrement estompés. Ce sommier permet d'utiliser toute la puissance de la presse sur une petite surface, d'où pression considérable par cm^2 de surface pressée. Un système à crémaillère permet de faire progresser la platine inférieure, horizontalement, par tranches de 10 cm.

456 — Salle d'électrolyse

L'installation de la salle d'électrolyse comporte obligatoirement un générateur d'électricité : dynamo ou redresseur et accessoirement une batterie d'accumulateurs pour seconder la dynamo.

Les cuves et les canalisations électriques complètent le matériel d'électrolyse.

PETIT OUTILLAGE

INSTRUMENTS DE MESURES LINÉAIRES

461 — *Réglet* — Règle en acier mince graduée en centimètres. millimètres et demi-millimètres.

462 — *Pied à coulisse* — Le pied à coulisse comporte une équerre dont la grande branche est constituée par une règle graduée en centimètres et millimètres, le long de laquelle coulisse une équerre mobile portant une ligne de graduation appelée vernier.

Les verniers sont divisés en 10, 20 ou 50 parties égales et suivant le cas, le pied à coulisse est dit au 1/10e, au 1/20e ou 1/50e.

Les dimensions du vernier sont telles que :

10 divisions du vernier sont égales à 9 de la règle pour l'appareil au 1/10e;

20 divisions du vernier sont égales à 19 de la règle pour l'appareil au 1/20e;

50 divisions du vernier sont égales à 49 de la règle pour l'appareil au 1/50e.

L'objet à mesurer étant pincé très légèrement entre les « becs » du pied à coulisse, on lit de la façon suivante l'ouverture des becs et par conséquent les dimensions de l'objet.

1° Lire la division de la règle dépassée par le zéro du vernier, ce qui donne le nombre entier de millimètres.

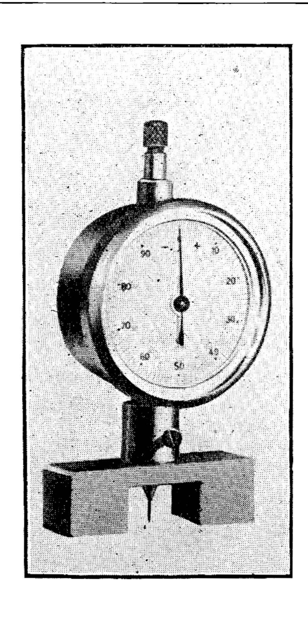
2° A partir du zéro du vernier, noter la division de celui-ci qui coïncide le plus exactement avec une division quelconque de la règle. La division ainsi notée indique la fraction de millimètre à ajouter au nombre entier de millimètres.

463 — *Palmer* — Le palmer se présente sous la forme d'un croissant portant d'un côté une butée fixe ou « palpeur » et de l'autre une partie taraudée dans laquelle pénètre une vis terminée par un second palpeur pouvant venir en contact avec le premier. Cette vis porte également un tambour divisé; sa rotation est commandée au moyen d'un entraînement à friction par le bouton de manœuvre.

L'objet à mesurer est pincé légèrement entre les deux palpeurs, le système à frictions s'opposant à une action trop énergique. Le nombre entier de millimètres se lit sur une graduation millimétrique placée sur le corps de l'appareil et que le tambour découvre.

Les fractions de millimètres se lisent sur la graduation du tambour en face de l'index. Si par exemple la vis est au pas de 1/2 mm et que le tambour porte 50 divisions, il permet de mesurer les centièmes de millimètres.

464 — *Micromètre à cadran* — Cet appareil également appelé « comparateur » est constitué par une sorte de montre dont le cadran porte cent divisions égales et dont l'aiguille unique est liée par un système d'engrenages à une tige coulissante terminée



par un palpeur de forme appropriée. L'aiguille effectuant un tour de cadran pour un déplacement d'un millimètre du palmer, on peut évaluer avec exactitude le centième de millimètre.

Sur certains appareils la tige porte en outre un index se déplaçant devant une division millimétrique.

Pour son emploi, le comparateur est fixé sur un « montage » convenable qui constitue la partie fixe de l'appareil de mesure. La figure 91 représente un montage classique.

Fig. 91. — Comparateur (montage classique).

465 — Mesure des faibles épaisseurs par le micromètre a cadran

On règle la position de l'appareil de sorte que l'aiguille soit au zéro lorsque le palpeur touche le marbre. En plaçant l'objet à mesurer entre le palpeur et le marbre, on lit immédiatement sur le cadran l'épaisseur de l'objet en centièmes. En employant un palpeur en forme d'aiguille, on peut ainsi mesurer la profondeur de gravure des clichés similis.

466 — Comparaison avec des calibres étalons

Le calibre étant placé entre le palpeur et le marbre, l'appareil est mis au zéro. Il suffit de remplacer le calibre par l'objet à vérifier pour mesurer leur différence d'épaisseurs.

La figure 92 représente un appareil plus spécialement destiné à mesurer l'épaisseur des clichés. Dans ce montage, le palpeur

est constitué par un disque. Un ressort appuie fortement le disque sur le cliché à vérifier, la pression exercée correspondant à la pression subie par le cliché lors de l'impression.

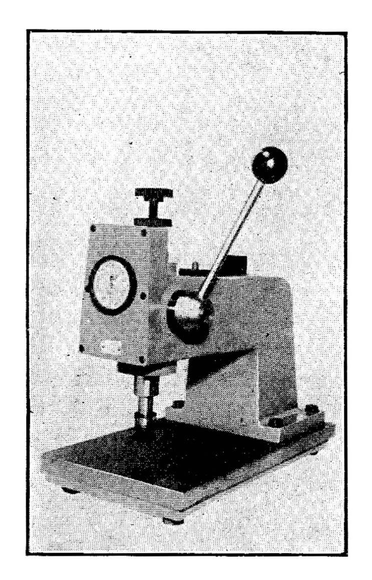


Fig. 92. — Comparateur « Letouzey ».

467 — Vérification et réglage des machines au comparateur

Le comparateur est d'un grand secours pour la vérification et le réglage des diverses machines employées dans les ateliers de clicherie. Le réglage des couteaux d'un trimmer ou d'une biseauteuse peut être effectué avec une grande précision en fixant le comparateur sur le plateau porte-clichés de telle sorte que le palpeur vienne en contact successivement avec les divers couteaux de la machine. De même, en fixant le comparateur sur le couteau d'une raboteuse à bras mobile, on peut en faisant coulisser le porte-couteau s'assurer que son déplacement s'effectue bien parallèlement au marbre porte-cliché. L'appareil permet également en employant un montage approprié à chaque cas particulier de mesurer les « jeux » dus à l'usure des divers organes d'une machine-outil.

468 — Outillage individuel du clicheur-galvanotypeur

Un bon ouvrier doit avoir à sa disposition un outillage individuel complet, bien entretenu et toujours en état de servir. Les échoppes, ciseaux et gouges seront tenus soigneusement affûtés. Chaque jour en fin de travail, les outils sont enfermés dans une

caisse ou un tiroir personnel. Voici une liste d'outillage individuel, à titre indicatif :

3 échoppes plates (largeur 2 mm, 4 mm, 6 mm);
3 demi-rondes (nos 3-7-12);
3 onglettes (nos 1-3-5);
3 burins gradués de graveur (nos 1-2-3);
1 ciseau à retouches, largeur 7 mm environ;
6 échoppes à correction dites « à évider », largeurs : 1-2-3-4-5 et 6 mm;
3 ciseaux à échopper, largeur : 3-6-10 mm;
3 gouges à échopper, largeur : 3-6-9 mm;
2 marteaux à tête ronde (nos 26-30);
2 pointes en acier;
2 chasse-clous;
2 justifications (pour souder les bouquets) dont une pour cylindriques;
1 fer à souder au gaz, grosseur moyenne pour les gros travaux;
1 fer à souder très effilé pour les soudures très délicates;
1 compte-fils et une bonne loupe;
1 petite pierre à huile;
1 grattoir;
1 gratte-filets;
1 molette à pointillé;
1 série de matoirs à dresser comprenant :

- 6 matoirs quadrillés dimensions 4 cm × 4 cm, 2 cm × 2 cm, 1,5×1,5, 1×1, 0,5×0,5, 0,3×0,6;
- 3 chasse-clous (1 gros, 1 moyen, 1 fin);
- 3 matoirs rectangulaires plats, dimensions : 1 cm × 0,2, 1×0,1, 0,5×0,2;

2 burins coupe-cuivre, largeur 0,5 à 1 cm;
1 brunissoir;
1 compas à tracer, longueur 30 à 40 cm;
2 règles en zinc ou acier pour dressage;
1 gomme émeri;
1 série de taquoirs en hêtre, épaisseur 2 cm environ et dimensions 15×10 cm, 10×10, 8×6, 6×4, 2×1;

1 jeu de limes à corrections, section carrée et plate;
1 série de pistons à correction;
1 pied à coulisse;
1 lime douce pour plomb, largeur 1 cm environ;

De plus l'ouvrier avisé a toujours en réserve une série de mèches à percer et à fraiser.

Les fers à souder, les limes, les pieds à coulisse ou palmers sont souvent fournis par la maison. Il est certes déjà assez difficile au clicheur-galvanotypeur débutant de faire l'acquisition de tout le reste. Le plus souvent il faut débuter avec un outillage plus réduit que l'on complétera petit à petit suivant ses moyens.

469 — Affutage des outils

L'affûtage se fait à un angle de coupe de 45° environ, il se termine par un passage à la pierre à huile sauf pour les ciseaux et les gouges. Ne pas oublier qu'un outil en bon état, bien affûté facilite et améliore considérablement tant la qualité que le rendement du travail.

INSTALLATION RATIONNELLE D'UN ATELIER DE CLICHERIE-GALVANOTYPIE

La création d'un atelier comporte deux stades : le choix du local et son agencement.

471 — Choix du local

Deux cas peuvent se présenter : création d'un atelier comme service d'une imprimerie ou création d'un atelier de clicherie-galvanotypie indépendant.

Dans les deux cas, la superficie du local doit être calculée assez largement afin de rendre possible le placement de machines ou matériels supplémentaires en cas d'extension de l'entreprise,

tandis qu'un atelier restreint dans sa surface nécessiterait des travaux d'aménagement parfois considérables lorsqu'on envisagerait d'en augmenter l'importance.

Pour un atelier complet, on peut admettre qu'une superficie d'environ 300 m^2 est nécessaire mais il est évident qu'elle dépend uniquement de l'importance et du genre de travail envisagé.

Outre les observations ci-dessus, s'il s'agit d'un atelier indépendant, choisir un local d'un accès facile et disposant ou susceptible de disposer facilement de l'énergie motrice indispensable.

Lorsqu'il s'agit de créer un atelier de clicherie-galvanotypie dans une imprimerie, il faut placer l'atelier sur le même plan et aussi près que possible de l'atelier de composition afin d'éviter des manutentions délicates de formes. La place idéale est sans doute entre la composition et l'impression. Ce dernier voisinage a cependant moins d'importance car les clichés et galvanos sont plus aisément transportables que les formes destinées au moulage.

D'une manière générale, l'atelier devra présenter les conditions de clarté et de salubrité indispensables à l'exercice de la profession.

472 — Agencement du local

L'idée prédominante qui doit guider un chef de service dans l'agencement de son atelier est la disposition judicieuse du matériel et des machines-outils de telle façon que le travail puisse s'effectuer dans les meilleures conditions avec le maximum d'efficacité et par conséquent de rendement.

L'installation de l'atelier peut se diviser comme ci-dessous :

1° Imposition et moulage pour stéréos-galvanos;

2° Salle d'électrolyse (bains et générateurs);

3° Fonte comprenant toutes les chaudières d'alliage-plomb;

4° Machines-outils;

5° Etablis de terminaison des clichés et galvanos;

6° Bureau du chef de service, magasin, vestiaire, douches, lavabos, etc.

L'imposition et le moulage seront placés à côté de l'atelier de composition pour abréger le transport des formes. La salle d'électrolyse fera suite au moulage des galvanos. Le service fonte peut, sans inconvénient, être disposé à une extrémité de l'atelier. Les établis seront placés dans la partie de l'atelier la mieux exposée à la lumière du jour. Les machines trouveront leur place au centre à proximité de tous les services et particulièrement des établis. Le bureau du chef de service devra dominer l'ensemble de l'atelier. Quant aux magasins, vestiaires, douches, ils seront placés suivant les possibilités et en dernier lieu (fig. 93).

473 — Vue d'ensemble d'un atelier

Conformément aux dispositions d'un décret paru en décembre 1948 concernant la protection contre l'intoxication saturnine, la séparation de la fonte du reste de l'atelier est indispensable. De même il est préférable d'isoler la salle d'électrolyse. On doit particulièrement veiller à ce que les locaux dans ces deux services soient dotés d'une bonne ventilation.

Admettons qu'il s'agisse d'agencer un atelier complet et de grand rendement : il faut alors étudier chaque service isolément après en avoir délimité les emplacements respectifs.

474 — Imposition et moulage

Ce service comprendra 3 ou 4 grands marbres à imposer avec matériel, châssis, garnitures, etc..., soigneusement classé et rangé. Il se subdivise en deux parties : le moulage stéréo et le moulage galvano.

Le moulage stéréo sera composé de 2 presses hydrauliques pour le moulage mécanique et d'une presse de faible puissance pour le moulage à la brosse.

Le moulage galvano comprendra : une presse hydraulique puissante agencée pour le moulage au plomb, une presse hydraulique pour le moulage à la cire, une presse de faible puissance avec desserte avant chauffante pour les moulages au celluloïd,

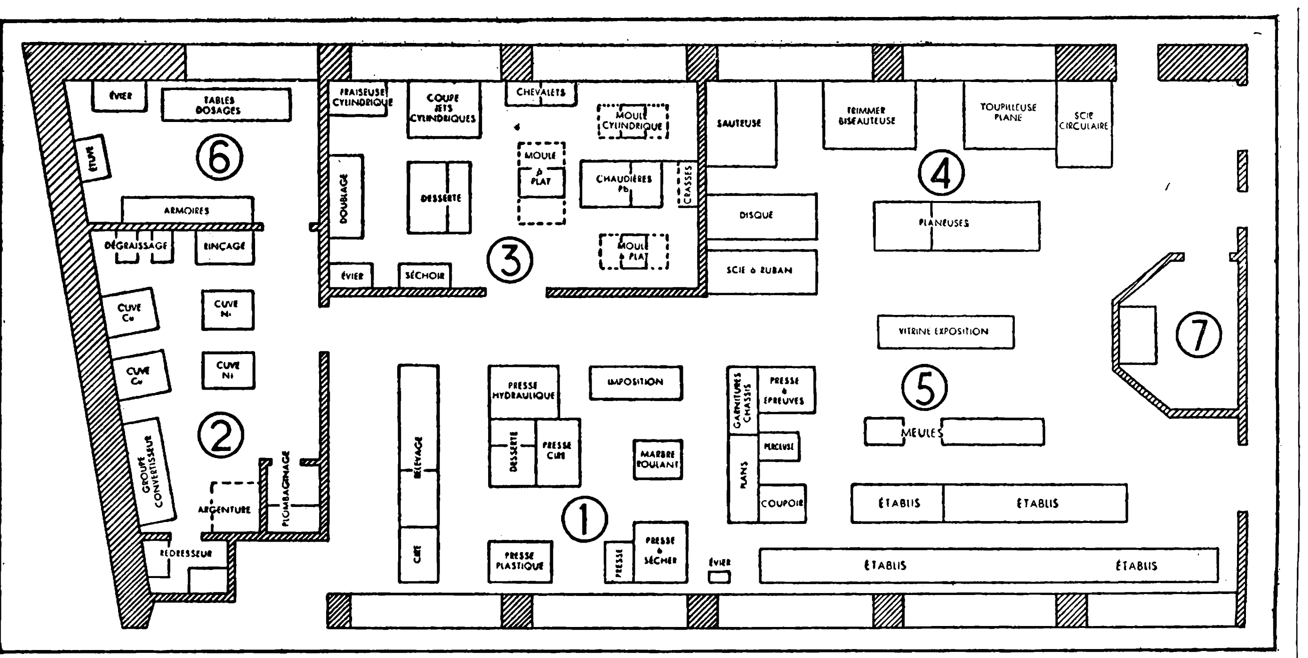


Fig. 93. — Plan du nouvel atelier du collège Estienne.

1 - Impositions — Moulages galvanos, stéréos et plastiques
2 - Salle d'électrolyse avec redresseur et cabine d'argenture (local ventilé)
3 - Service fonte à plat et cylindrique — doublage galvano (local ventilé)
4 - Machines-outils (façonnage stéréos et galvanos)
5 - Établis de révision et finition
6 - Laboratoire et technologie
7 - Bureau du chef d'atelier

au vinyle, etc..., une chaudière à cire avec marbres de coulées des boîtes et de préparation des moules (pour ces marbres prévoir des prises de gaz et d'air comprimé), une plombagineuse.

Si l'on envisage la fabrication des clichés en matières plastiques, on pourra compléter ce service par une presse à platines chauffantes et une rectifieuse de clichés plastiques.

Dans un atelier moderne, une cabine d'argenture complétera en outre cet équipement.

475 — La salle d'électrolyse

La salle d'électrolyse comprend le générateur, les cuves, les canalisations électriques et appareils de contrôle.

Le générateur peut être un groupe moteur-dynamo, une commutatrice ou un redresseur à l'oxy-cuivre ou au sélénium. On dispose souvent entre la commutatrice et les bains une batterie d'accumulateurs faisant tampon. La puissance du générateur doit être suffisante pour alimenter simultanément toutes les cuves; elle est uniquement tributaire du débit de travail envisagé. La tension exigée ne dépasse pas 6 volts pour les opérations d'électrolyse.

Quant à l'intensité, elle peut varier de quelques centaines à plusieurs milliers d'ampères suivant le nombre et l'importance des cuves.

Le redresseur est préférable et son emploi doit se généraliser car la surveillance et l'entretien en sont très réduits. Un redresseur de 1.000 ampères sous 6 volts peut convenir à une installation de galvanotypie pouvant produire 2 m^2 de galvano environ par jour (fig. 94).

Trois cuves de 1.000 litres seront affectées au bain de cuivrage

normal tandis qu'une petite cuve de 250 à 500 litres servira de bain rapide très acidifié et très chargé en sulfate de cuivre.

Deux cuves de 600 litres serviront au nickelage des galvanos, clichés cylindriques et plats. Une cuve de 250 litres sera réservée au nickel direct sur cire, plomb, etc...

Une cuve de dégraissage-cuivrage et un évier spacieux compléteront l'installation avec accessoirement une cuve de décapage acide.

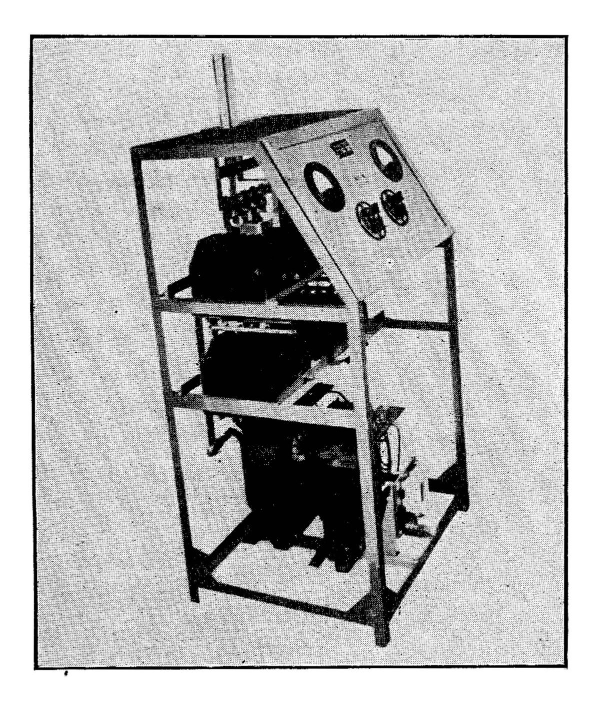


Fig. 94. — Redresseur L M T (vue intérieure).

En haut : Cellules redresseuses — En bas : Transformateur-abaisseur

Tous les bains seront agités par insufflation d'air comprimé

et chauffés par circulation d'eau chaude ou de vapeur dans des serpentins en plomb reposant au fond des cuves.

Le sol de la salle sera anti-acide et pourvu d'un plancher mobile à claire-voie.

Les cuves sont contrôlées éventuellement par un ampèremètre, un voltmètre et un rhéostat de réglage. Un tableau de contrôle permet de suivre la marche du générateur isolé en principe du reste de la salle d'électrolyse, pour éviter sa détérioration par les émanations des bains ou les projections de liquides acides.

La salle des bains doit disposer d'arrivées d'eau chaude et froide et d'eau sous pression pour le rinçage des moules.

Les cuves sont reliées au générateur par des lames de cuivre nu de forte section (au moins 1 mm^2 par ampère). Pour diminuer les pertes de courant dans le circuit, les contacts doivent être parfaits et toujours maintenus propres.

476 — Le service fonte

Le service complet comprend : la fonte à plat, la fonte cylindrique, le doublage.

La capacité des creusets est évidemment fonction de la capacité de l'atelier.

Fonte à plat — Une chaudière d'une contenance d'au moins 500 kilos d'alliage et 2 moules à fondre, l'un moyen, l'autre grand format; un séchoir plat pour les empreintes.

Fonte cylindrique — Une chaudière à pompe d'une contenance de 1.500 kilos environ et moules cylindriques. Pour chaque moule : un coupoir, un compresseur, une fraiseuse cylindrique et un tambour porte-cylindrique pour l'échoppage, un séchoir pour empreintes cylindriques.

Doublage — Une chaudière rectangulaire 60 cm × 40 cm × 30 cm soit pour 500 kilos environ et un bâti à doubler réglable sous lequel est placé un ventilateur.

Toutes les chaudières sont munies de hottes mobiles reliées à une canalisation centrale d'écavuation des fumées, soumise à l'action d'un aspirateur. Elles sont munies d'un thermostat et chauffées au gaz, au mazout ou électriquement.

Une scie à ruban complète l'outillage de la fonte pour le débitage des galvanos et clichés.

Ce service isolé du reste de l'atelier par des cloisons vitrées doit être largement aéré et ventilé conformément aux dispositions du décret réglementant la protection contre l'intoxication saturnine.

477 — Les machines-outils

Les machines-outils nécessaires sont : une scie à ruban, une scie circulaire, une scie sauteuse, un rabot-disque, un trimmer, une fraiseuse à plat, une ou deux biseauteuses, une perceuse, deux cintreuses galvanos, une fraiseuse pour galvanos cylindriques, une raboteuse à bras mobile, une rectifieuse-planeuse.

Les moteurs et les parties dangereuses des machines sont pourvus d'un coffrage de protection. Chaque machine est dotée d'un interrupteur à portée de la main de l'opérateur.

478 — Les établis

Les établis de terminaison sont en bois, solides et spacieux. Chaque place est dotée d'un tiroir, d'une lampe individuelle et d'une arrivée de gaz. Les marbres des réviseurs sont en acier ou en pierre lithographique, et placés dans la partie la plus claire de l'atelier.

Une presse à épreuves (fig. 95) permettra le contrôle des clichés et galvanos avant livraison.

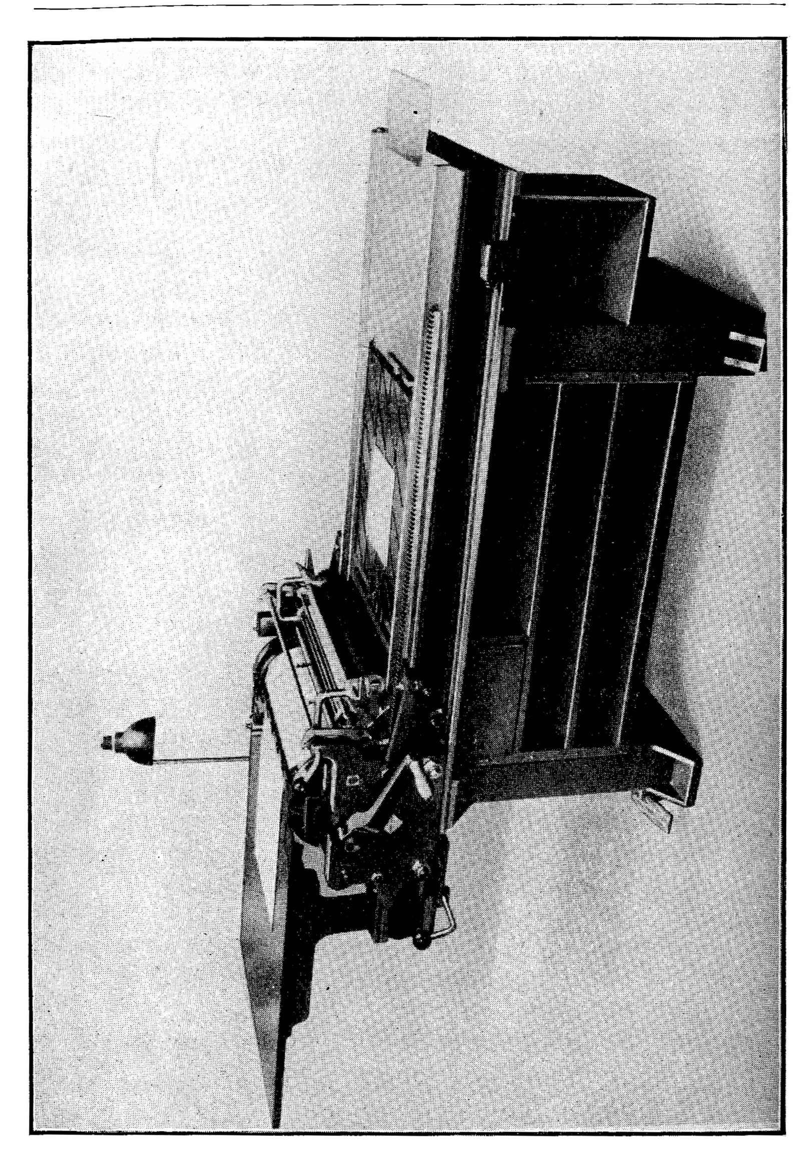


Fig. 95. — Presse à épreuves D.P. - numéro 620.

Le bureau du chef de service, le magasin, le vestiaire des ouvriers, les douches, lavabos etc.,. complètent l'installation d'un atelier moderne.

479 — Exemple de constitution d'un atelier de stéréotypie

a) *Imposition* — Châssis, serrages parallèles, garnitures, blocs, blancs hauts, comparateur, marbres ;

b) *Moulage* — Presses chauffantes ou presse à sécher, fournitures diverses (flans, papiers, poudre à garnir, etc...);

c) *Fonte* — Four à thermostat, moules et équerres, étuve pour le chauffage des empreintes 300° C;

d) *Façonnage* — Scie à ruban et sauteuse, raboteuse de surface et de champ, toupilleuse, biseauteuse, petit outillage pour réparations et corrections;

e) *Contrôle* — Presses à épreuves de précision (fig. 95).

480 — Exemple de matériel nécessaire a l'installation d'un atelier galvanotypique

Nous donnons ici un aperçu de l'outillage minimum pour deux capacités de production journalière 2 m^2 et 10 m^2.

(voir tableau à la page suivante)

	2 m²	10 m²
Imposition.............	1 marbre avec pied en X pour châssis (80×200). 1 lingotier.	2 marbres identiques (80 ×200). 2 lingotiers dont 1 type.
Moulage...............	1 presse hydraulique (70×220) avec table de desserte et 1 marbre 60×60. 1 table chauffante.	2 presses hydrauliques 70 ×220. 1 presse à mouler (plomb 160×160). 2 marbres de préchauffage (60×60).
Mise au bain...........	1 plombagineuse ou 1 poste d'argenture 80×100. 1 cuve eau courante. 1 cuve rinçage 80×100. 1 compresseur 60×60. 1 marbre de montage des moules 80×200.	1 plombagineuse 90×120 ou un poste d'argenture. 1 cuve de rinçage 80×100. 1 marbre de montage des moules 80×200.
Electrolyse : générateur..	1 générateur statique 400 A. (Ces intensités s'entendent majeure partie la nuit avec	1 générateur statique 2.000 A pour des dépôts effectués en des cuves montées en série.)
Cuve Cuivrage..........	2 cuves 80×100 (600 l.).	2 cuves 80×160 (600 l.).
— Nickelage..........	1 cuve 70×100 (300 l.)	2 cuves 70×100 (300 l.).
Doublage..............	1 four à doubler rect. 300 kg (60×120). 1 bâti de doublage à 2 places (80×160). 1 moule à fondre les blocs (pour 1/2 raisin). 1 plaque à noyau.	1 four à doubler rect. 500 kg (80×140). 1 bâti de doublage 2 places (80×160). 1 moule à fondre 1/2 raisin. 1 moule à fondre raisin.
Révision................	3 places d'établi (80×100). 1 table de correction. 1 presse à souder (40×50).	7 places d'établi. 1 table de correction. 1 presse à souder (40×50).
Façonnage.............	1 scie à ruban. 1 disque à raboter. 1 rabot à bras mobile. 1 toupilleuse. 1 biseauteuse. 1 scie circulaire. 1 machine à clouer. 1 sauteuse.	2 scies à ruban. 2 scies circulaires à métal. 2 disques à raboter. 2 rabots à bras mobile. 2 toupilleuses. 1 biseauteuse; 1 trimmer. 1 machine à clouer. 1 sauteuse.
Contrôle..............	1 presse à épreuves (1/4 colombier). 1 comparateur micrométrique. 2 tables 100×80.	1 presse à épreuves (raisin). 1 comparateur micrométrique. 3 tables 80×100.
Magasinage (matières premières et travaux finis).		
Manutention...........		

481 — Exemple de matériel nécessaire a l'installation d'un atelier de plastotypie

La capacité de production est proportionnelle au nombre et à la surface totale utile des presses dont on dispose. Le matériel ci-dessous envisagé correspond à une production théorique journalière de 1,5 m².

Imposition....	12 m²	
Moulage......	18 m²	1 presse chauffante à 2 marbres chauffants (120×80) 1 table 80×100 1 presse de conditionnement (45×55) 1 étuve (50×65)
Clichage en plastique....	16 m²	1 presse à clicher avec dessus chauffant et marbre inférieur refroidi par circulation d'eau 1 étuve 1 cisaille
Rectification...		1 machine à rectifier
Encollage.....	4 m²	1 table 80×100
Magasinage matières premières......	20 m²	
Au total..,..	70 m²	

On peut se servir d'une seule presse pour le moulage et le clichage, à condition qu'un marbre de desserte soit chauffant et qu'un autre soit chauffé et refroidi.

CHAPITRE XI

LES PLASTIQUES

501 — Matières plastiques

Nous abordons ici un sujet particulièrement délicat où l'on se trouve d'une part devant la nécessité de profiter des acquisitions de la chimie moderne et de substituer les produits de synthèse aux matières naturelles et, d'autre part, devant l'hésitation que l'on rencontre pour ainsi dire à chaque pas, en face d'un progrès qui heurte la routine, qui révolutionne en un mot la technique traditionnelle de nos métiers.

Et pourtant, la guerre, ses séquences et ses misères nous ont appris ce qu'était la pénurie. La production des métaux non ferreux (cuivre, plomb, antimoine, étain, etc., métaux stratégiques par excellence) risque en toute occasion de s'anémier et par voie de conséquence la valeur marchande de ces mêmes métaux de se gonfler d'une façon disproportionnée aux services ou aux usages que l'on avait coutume de leur demander.

Par bonheur une ressource illimitée de matières premières s'offre à nous. Ne faisons pas les difficiles et essayons de les plier à nos besoins.

Nous allons donc passer en revue les différentes matières plastiques les plus connues; souligner leurs particularités, leurs avantages et leurs inconvénients du point de vue typographique et noter les usages auxquels elles peuvent être destinées.

502 — Tableau des différentes matières plas-

Classe 1) Thermo-plastiques 2) Thermo-durcis-sables	Composition succincte	Nom	Exemples des noms commerciaux	Présentation	Mode de moulage
Thermo-plastiques.	Cellulose régénérée.	Cellophane.	Cellophane.	Feuilles minces transparentes.	
	Nitrate de cellulose.		Celluloïd.	Feuilles minces tranchées ou pressées.	Chaleur et pression, usinage.
	Cellulose acéthylée.	Acétate de cellulose.	Rhodialité (RP). Rhodialine (RP). Rhodoïd (RP). Rhodophane (RP). Vinylite A (curbide, carbone). Ténite (Hercules). Lucite (Du Pont).	Feuilles minces tranchées, pressées, calandrées, coulées. Poudre à mouler.	Chaleur et pression. Injection.
	Cellulose éthylée.	Ethyl-cellulose.	Ethocel (Dow). Lumarith (Célanèse).	Feuilles. Poudre à mouler.	Chaleur et pression. Injection.
Thermo-durcis-sables.	Condensation phénol et formol.	Phénoplaste.	Bakélite (La). Progilite (RUA). Tego-Film	Poudre à mouler. Produits stratifiés, moulage par compression, collage.	Chaleur et pression.
	Condensation urée et formol.	Aminoplaste.	Pollopas (Kuhlmann). Prystaline (Nobel). Uralite (RUA). Cibanoïde (Ciba). Caurite (Kuhlmann). Mélocol (Ciba).	Poudre à mouler. Agglomérant et colle.	Compression.
	Condensation mélamino-formol.	Aminoplaste.	Mélopas (Ciba). Mélocol (Ciba). Melmac (Amérique cyanamino Beetie[illegible] (BIP).	Poudre à mouler. Agglomérant. Colles.	Compression.

TIQUES EMPLOYÉES DANS LES INDUSTRIES GRAPHIQUES

Température de moulage	Retrait %	Absorption d'eau Hygroscopicité % en 24 heures	Température de déformation fluage D° Martens	Emploi dans les industries graphiques
		Forte.		Empêche la matière de coller pendant le moulage, prise d'empreinte de clichés.
85/120° C, 140/350 kg/cm².		1/3.	Environ 60° C.	Empêche la matière de coller pendant le moulage, prise d'empreinte de clichés.
100/160°C.	0,002/0,003.	1,9/2,3.	60/80° C.	Empêche la matière de coller pendant le moulage, prise d'empreinte de clichés.
120/195° C.				
160/180° C.	0,004/0,007.	0,6/1.	60/80° C.	Empêche la matière de coller pendant le moulage, prise d'empreinte de clichés.
190/220° C.				
150/170° C. 300/500 kg/cm².	0,006.	0,08/2.	125/140° C.	Matrices pour prises d'empreintes.
				Moulage de caractères d'impression.
140/165° C pour poudre à mouler, température ordinaire ou 100° C pour colles.	0,006/0,011.	1/2.	70/110° C.	Matrice pour prise d'empreinte. Bois reconstitué, contreplaquage de bois.
145/160° C. 400 kg/cm².	0,006/0,007.	250 mg/100 cm² en 7 jours.	135° C.	Bois reconstitué, contreplaquage de bois.

Tableau des différentes matières plastiques

Classe 1) Thermoplastiques 2) Thermodurcissables	Composition succincte	Nom	Exemples des noms commerciaux	Présentation	Mode de moulage
Thermoplastiques.	Polymérisation du chlorure de vinyle.	Polychlorure de vinyle.	Gobinyle (St-Gobain). Lucolène. Lucoflex. Rhodopoix (RP). Afcovyl (AFC). Ekavyl (Kuhlmann). Géon (Goodrich). Koroseal (Goodrich). Vinylite (Coulide-Coulon).	Résine. Poudre à mouler. Stratifiés. Plaques. Tubes. Joncs.	Injection. Compression (avec refr.)
	Polymérisation du styrol.	Polystyrol.	Rhodolène (RP). Transpex (ICI). Trolitul (IG). Styron (DOW).	Poudre à mouler.	Injection. Collodion.
	Polymérisation du chlorure et acétate de vinyle.	Copolymère vinylique.	Golinyle (CA).	Poudre à mouler.	Injection. compression (avec refr.).
	Polymérisation de l'acrylate de méthyle.	Polymétacrylate.	Plexiglas (Als Thom). Rham-Hans. Perspex (ICI). Lucite (Du Pont).	Poudre à mouler. Plaques. Collodion.	Injection. Conformation.
	Polymérisation d'amides.	Polyamides.	Nylon (Rhodiacéta).	Poudre à mouler.	Injection.
Thermodurcissables.	Condensation de silanédiols	Silicones.	Silicones (Dow Corning Silastic).	Pâte.	Vulcanisateur.
	Résines éthoxilines.		Araldite (Ciba).	Bâton ou poudre.	Cuisson sans pression.

EMPLOYÉES DANS LES INDUSTRIES GRAPHIQUES *(suite)*

Température de moulage	Retrait %	Absorption d'eau Hygroscopicité % en 24 heures	Température de déformation fluage D° Martens	Emploi dans les industries graphiques
150/180° C par injection. 100/150° C (compres.).	Variable selon plasticité mais très faible pour produits très peu plastifiés.	Très faible.	60° C.	Prise d'empreinte pour clichés galvanos. Clichés d'impression, moulage de caractères, habillage de cylindres. Relèvement de cuves électrolyse, encres spéciales.
150/200° C.	0,002/0,005.	0,0001.	75° C.	Moulage de caractères par injection ou sur monotype.
130/170° C.				Applications proches de celles du chlorure de vinyle.
200/230° C.	0,001/0,005.	0,17.	56° C.	Carters protecteurs.
200/260° C.	0,012.	0,75.	230° C.	Moulage de caractères.
150° C.			250° C.	Habillage de cylindres de rotatives.
120/220° C.			120° C. collage.	Pour séchage rapide d'encre métal-métal.

503 — Clichés plastiques

On entend par clichés plastiques tous ceux qui ne sont pas métalliques. Ils sont soit à base de *caoutchouc* (naturel ou synthétique), ou de matières dites *plastiques* dont la nature est extrêmement variée et complexe. On trouvera dans le tableau ci-devant les principales matières plastiques utilisées dans les métiers graphiques avec leurs propriétés pratiques.

504 — Domaine d'utilisation des plastiques

Ils servent soit à :

1° Faire des *matrices* à partir de clichés types ou de compositions typo;

2° Faire des *clichés d'impression* à partir de matrices en plastiques, en métal ou en tout autre matière;

3° Faire des *moulages galvanotypiques.*

505 — Différences entre thermodurcissables et thermoplastiques

Certaines matières plastiques subissent par la chaleur une sorte de cuisson appelée « polymérisation » qui les rend définitivement dures et indéformables. Elles sont dites « *thermodurcissables* ».

Au contraire, d'autres matières plastiques se déforment à la chaleur et durcissent par refroidissement. On les appelle « *thermoplastiques* », ce cycle pouvant se répéter indéfiniment.

Par exemple, pour faire certains clichés qui doivent ultérieurement être passés à la presse chauffante en vue d'une prise d'empreintes stéréotypiques, il est nécessaire d'utiliser une matière thermodurcissable qui, résistant à la chaleur, ne se ramollisse pas et résiste à la pression.

Au contraire, pour certains clichés ou moules qui n'auront pas à être chauffés ultérieurement, on prendra une *matière thermoplastique.* Après usage on pourra par la chaleur la déformer en vue d'une nouvelle utilisation. C'est le cas des moules de chlorure de vinyle utilisés en galvanotypie.

506 — Matières thermodurcissables

Le type des matières thermodurcissables est la bakélite.

C'est le produit de la condensation phénol-formol en présence d'un catalyseur. Le produit de cette condensation est un vernis d'un blond roux, visqueux, soluble dans l'alcool et fusible. C'est le produit à l'état A. En lui faisant subir un étuvage à 50-60° C pendant quelques heures, on obtient un second stade de transformation. Le produit reste fusible, mais n'est plus soluble dans l'alcool. Il est alors à l'état B. Si l'on pousse l'étuvage à 160° C, on obtient une masse dure non fusible et non soluble dans l'alcool : c'est la bakélite à l'état C, c'est-à-dire à son stade définitif de transformation. C'est un bloc résineux dont on dit en chimie qu'il est polymérisé.

Sous cette forme de résine à l'état B, la bakélite est utilisée pour l'imprégnation de tissus qui servent en mécanique à la confection des engrenages silencieux connus sous le nom de *Céloron*, et de papiers qui constituent des plaquettes isolantes pour les applications électriques.

Les résines bakélite se présentent également sous forme de poudres à mouler et sont dans ce but mélangés à l'état B à des charges minérales, végétales ou textiles suivant leur destination.

Ces poudres, broyées et pigmentées, sont livrées dans l'industrie pour être moulées, c'est-à-dire transformées à l'état C par chaleur et pression dans des moules qui leur donnent les formes voulues.

Les objets ainsi obtenus sont très sonores, peu cassants, résistants aux chocs, isolants, ininflammables, indéformables et insolubles. Ce sont ces poudres phénoplastiques qui servent à la prise d'empreintes sur clichés de photogravure, pour la fabrication des clichés plastiques.

D'autres produits thermodurcissables qui n'ont pas trouvé leur emploi dans la technique graphique, doivent cependant être mentionnés. Ce sont les vernis et les poudres à base d'urée et de formol connues sous le nom d'aminoplastes. Leurs transformations sont sensiblement les mêmes mais ils donnent après moulage

des objets aux nuances plus délicates, plus translucides et l'une des principales utilisations du produit à l'état de vernis est le collage à chaud des bois contreplaqués (colle Caurite).

507 — Matières thermoplastiques

La série des matières thermoplastiques est beaucoup plus étendue et comprend des matières qui ont pour propriété commune de durcir au refroidissement et de ramollir ensuite à la chaleur avec réaction réversible c'est-à-dire qu'en leur faisant subir alternativement des épreuves de chaleur et de refroidissement, on les ramollit ou on les durcit indéfiniment.

La plus ancienne de ces matières est la nitro-cellulose ou celluloïd.

Le celluloïd est une vieille connaissance des galvanotypeurs qui l'emploient, nous l'avons déjà vu précédemment, pour la prise d'empreinte de certains travaux de galvanotypie.

C'est le produit facile à mouler donnant des reproductions remarquables, fidèles, mais assez dangereux à manipuler à cause de sa grande inflammabilité.

Viennent ensuite les acétates de cellulose ininflammables et aussi faciles à mouler que le celluloïd mais qui, pour les prises d'empreintes de galvanotypie, présentent l'inconvénient d'être excessivement hygroscopiques et de se déformer dans les bains d'électrolyse d'une façon inacceptable. Leur emploi est jusqu'ici réservé à la fabrication de clichés proprement dits, moulés dans des empreintes en bakélite par un procédé qui sera décrit en détail.

Ce sont ensuite les résines de styrolène, dont aucun emploi n'a été fait jusqu'ici en technique graphique mais qui présentent la particularité de n'être pas du tout hygroscopiques et de pouvoir se présenter en masses ou en feuilles aussi transparentes que le cristal.

C'est enfin le nouveau venu, celui dont les Américains ont fait leur matière première de moulage de prédilection et qui commence seulement à être connu en France, pour cet usage : le

chlorure de vinyle. Suivant l'usage auquel on le destine, le chlorure de vinyle se prépare en formule dure employée en galvanotypie ou en formules molles dont les applications sont beaucoup plus étendues et entre autres, dans l'industrie des caoutchoucs synthétiques modernes dont on connaît le développement considérable.

Le chlorure de vinyle, formule dure, se présente sous forme de feuilles, se moulant très facilement à basse température (100° environ) d'une absorption d'eau absolument nulle, sans retrait appréciable, et, particularité intéressante, pouvant reprendre sa forme primitive après un léger réchauffage, ce qui rend cette matière très facilement récupérable, donc économique.

Nous voici donc devant une gamme de produits dont l'énumération n'est nullement limitative. Sur ces nouveaux matériaux s'exercent chaque jour l'invention, l'ingéniosité et la curiosité des techniciens qui ont désormais entre les mains les possibilités infinies de ces produits économiques, légers, d'une facilité de mise en œuvre inconnue avec les matières traditionnelles.

Cette gamme de produits va donc être utilisée dès maintenant et cette utilisation prendra trois voies différentes :

1° Applications à la fabrication des clichés plastiques ou plastotypie où ils alimenteront une industrie nouvelle et originale.

2° Applications à la galvanotypie, où ils remplaceront avec avantage les produits de moulage classiques.

3° Applications nouvelles qui ne peuvent être que suggérées et encore en période d'essais.

508 — Pratique et avenir des plastiques

La technique des plastiques en tant que structure et mode d'emploi est en évolution constante et nous ne sommes qu'au début de leur utilisation. Nous n'avons ici l'intention que de décrire quelques-unes des pratiques courantes avec les matériaux dont nous disposons actuellement. Il est possible et même probable qu'elles se transformeront. Il ne faut donc pas chercher dans les paragraphes qui suivent une cristallisation définitive de méthodes, mais seulement quelques *exemples pratiques* et quelques *tendances d'emploi.*

509 — Fabrication des matrices en matières thermodurcissables

509 *a* — Moulage des clichés de photogravure à la poudre à mouler (bakélite)

Le matériel nécessaire à cette fabrication est peu important. Il se compose notamment d'une presse hydraulique à deux plateaux chauffants, d'une série de moules à pistons et d'une machine à rectifier l'épaisseur des clichés.

Dans un moule à piston, on dispose le ou les clichés de photogravure à reproduire. Après chauffage, on garnit de poudre de bakélite et l'on presse quelques minutes à environ 80-90 kilos au cm² à la température de 160° C. La polymérisation de la bakélite s'effectue; elle commence à se ramollir jusqu'à prendre la consistance d'un caramel épais, puis progressivement, elle durcit, se solidifie en quelque sorte et forme un bloc compact, dur, léger, de densité 1,3 et qui reproduit fidèlement les moindres détails des modèles sur lesquels elle a été pressée. On démoule les modèles avec précaution et l'on obtient une empreinte en creux très dure, qui pourra être utilisée indéfiniment.

509 *b* — Moulage de composition typographique à l'aide de flans thermodurcissables

Les prises d'empreintes sur les formes de caractère mobile se font de façon différente. Les formes sont imposées et entourées au moyen de garniture à feuillures qui permettent de régler la pénétration de la matière plastique dans les caractères. La matière employée pour la prise d'empreinte sur caractères mobiles est un assemblage de papiers imprégnés de matières thermodurcissables.

La composition est d'abord déposée sur la table desserte de la presse qui, si elle est chauffante, a l'avantage de réchauffer la composition.

A l'intérieur des feuillures, on dépose les flans coupés à dimensions, leur nombre dépendant du procédé et de l'épaisseur de matrice désirée.

Mettre sous presse et appliquer une faible pression pendant le temps nécessaire au ramollissement des feuilles. Celui-ci étant obtenu, appliquer la pression indiquée par le fournisseur pendant le temps voulu, la température étant maintenue constante. Après démoulage, il est recommandé de placer la matrice ainsi obtenue entre les deux plateaux chauffants sous pression modérée, pour compléter la polymérisation de la matière dans les blancs.

Refroidir enfin la matrice sous une presse froide.

Après pression modérée, pénétration limitée et cuisson à 160° C, l'empreinte est démoulée et utilisée de la même façon que celle en poudre bakélite.

510 — Fabrication des clichés non métalliques

Le cycle de fabrication d'un cliché non métallique comporte deux opérations presques identiques que l'on peut exécuter avec le même matériel et éventuellement avec la même presse (fig. 96).

A partir du type à reproduire qui est en relief, il suffit de deux moulages successifs pour avoir le cliché caoutchouc ou plastique.

Nous venons de voir que la matrice était obtenue par moulage de l'original sur une matière thermodurcissable. Par un second moulage mettant en présence cette matrice et le matériau plastique choisi, on aura un « relief » conforme à l'original. Le cliché obtenu sera, dans une matière différente, l'équivalent d'un stéréo ou d'un galvano.

511 — Clichés de caoutchouc

C'est par vulcanisation, sous pression, d'une feuille de caoutchouc que l'on obtient le cliché. On trouve dans le commerce des caoutchoucs spéciaux pour impressions aux encres grasses et aux encres d'aniline. Le caoutchouc pour encres grasses est généralement de couleur foncée tandis que l'autre est blanchâtre.

Il est spécialement fabriqué pour résister à l'effet nocif des corps gras contenus dans les encres typographiques.

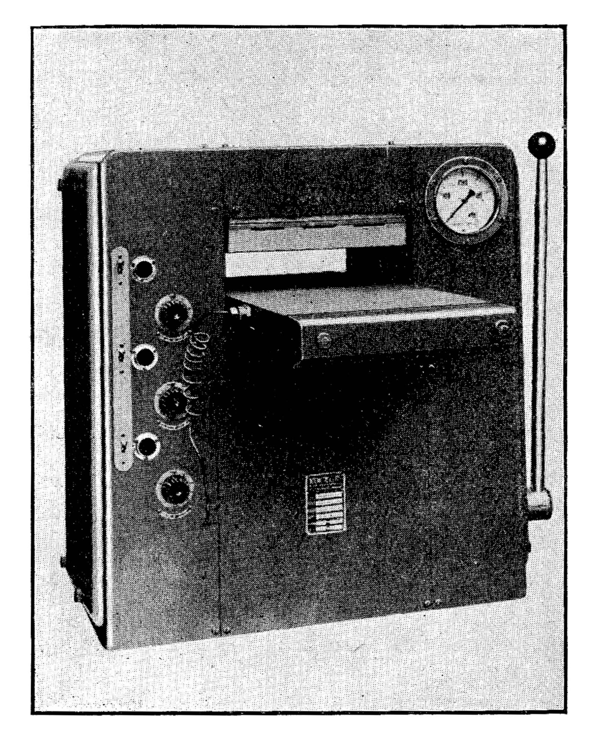


Fig. 96. — Presse à clichés plastiques (Mincel).

511 *a* — **Mode opératoire**

On dispose sur un chassis-galée la matrice recouverte de la feuille de gomme; les bords de cette galée servent de cales pour limiter la pression et déterminer l'épaisseur des clichés.

Recouvrir d'une plaque métallique et glisser sous presse.

Les deux platines doivent être chauffées à 130-140° C et la vulcanisation demande de 8 à 15 minutes suivant le produit utilisé.

Au début de l'opération, laisser une minute sous une pression insignifiante (1 kg/cm^2), puis augmenter progressivement jusqu'au

contact de la platine supérieure sur les bords de la galée, afin de laisser au caoutchouc le temps nécessaire à son ramollissement. Sans cette précaution, il pourrait y avoir écrasement de la matrice ou pénétration insuffisante dans les creux.

Dans le cas où la matrice présenterait un relief très accentué, il sera bon de desserrer complètement la presse avant d'augmenter la faible pression du début afin de faciliter le dégagement de l'air pouvant rester comprimé dans les creux.

Une matrice bien traitée peut servir à un nombre considérable de moulages.

Après séparation de la matrice, le cliché est calibré dans une rectifieuse. Cette petite machine comprend deux cylindres horizontaux rotatifs ; l'un, mû par moteur, est garni d'une substance abrasive ; l'autre dont l'écartement par rapport au premier est réglable, tourne librement sur son axe.

Le cliché à rectifier est introduit entre les deux cylindres, le dos tourné vers l'abrasif et subit ainsi un meulage qui calibre son épaisseur.

511 *b* — **Utilisation des clichés caoutchouc**

Les clichés sont fixés sur des semelles de plomb antimonié, d'aluminium ou de bois bakélisé pour les amener à hauteur typographique (23,56 mm).

Le collage s'effectue à l'aide de dissolution ou de toile adhésive et sous légère pression.

Pour le tirage sur rotatives le collage se fait sur des cylindres de diamètre approprié, la souplesse de ces clichés leur permettant d'épouser toutes les courbures.

Les clichés de caoutchouc sont légers, souples, robustes et d'un transport facile. Leur retrait par rapport aux dimensions des originaux est assez sensible.

Ils étaient primitivement employés pour l'impression sur emballages cartonnés et métalliques, en noir et en plusieurs couleurs. Actuellement le procédé tend à s'étendre à toutes espèces de travaux.

512 — Clichés a l'acétate de cellulose

L'acétate de cellulose est ininflammable et thermoplastique, par conséquent le moulage s'effectuera par refroidissement sous pression.

512 *a* — **Mode opératoire**

Dans une étuve ou sur une plaque chauffante attenante à la presse, on porte la feuille à une température de 135 à 140° C.

La feuille de plastique ramollie est ensuite posée rapidement sur la matrice préchauffée. On glisse l'ensemble recouvert d'un habillage dur, sous les platines *froides* de la presse.

La mise en pression doit être très rapide jusqu'au contact, puis progressive jusqu'à verrouillage de la presse. La pression est limitée par les bords du châssis-galée ou des cales de calibre approprié, disposées sur la presse autour de la matrice.

Après deux minutes environ de refroidissement la feuille a repris sa rigidité et l'on peut démouler. Ce refroidissement est accéléré par une circulation d'eau dans les platines de la presse.

512 *b* — **Utilisation de ces clichés**

Ces clichés sont également collés sur des supports plans ou cintrés. Ils ont un retrait sensible et trouvent la même utilisation que les clichés caoutchouc.

513 — Clichés vinyliques

Les plastiques vinyliques dont l'emploi s'est généralisé rapidement pour les moulages galvanotypiques, entrent depuis peu dans la fabrication des clichés plastiques.

Le produit est utilisé en poudre ou en feuilles suivant l'importance des reliefs de la matrice.

513 *a* — **Mode opératoire**

Les résines vinyliques sont thermoplastiques. Leur température de ramollissement varie entre 100 et 140°.

La température, la célérité de mise en pression et l'habillage jouent un rôle prépondérant dans la qualité des clichés obtenus.

A titre indicatif, voici une méthode de fabrication recommandée.

La matrice bakélite bien nettoyée est graphitée pour faciliter le décollage et recouverte de poudre à mouler vinylique sur une épaisseur de trois à cinq mm.

Etuver préalablement pendant plus d'une heure la poudre à mouler afin d'en chasser l'humidité qui provoquerait des soufflures.

Sur la poudre, poser une feuille rigide de vinylite, légèrement débordante. Recouvrir le tout d'une feuille de contreplaqué, puis glisser sous presse en disposant sur la platine inférieure, autour de la matrice, des cales de calibre approprié qui serviront de butée et limiteront la pression.

Il faut une température de 140° C pour ramener la feuille de vinylite à un état plastique convenant au moulage. Régler en conséquence le chauffage des platines de la presse.

— Laisser deux à quatre minutes sous une pression très légère (6 kg/cm^2 maximum) pour amollir la vinylite. Puis augmenter progressivement jusqu'à buter sur les cales.

— Conserver une pression de 70 à 80 kg/cm^2 pendant deux minutes. Desserrer la presse et porter l'ensemble sous une presse *froide*.

— Donner une légère pression et démouler après refroidissement.

Ce procédé présente cependant l'inconvénient d'être un peu long et de nécessiter l'emploi de deux presses, l'une chauffée pour le moulage, l'autre refroidie pour ramener la vinylite à l'état rigide.

En dosant convenablement la quantité de poudre, on peut arriver à donner aux clichés une épaisseur constante, et quelle que soit l'importance des reliefs.

513 *b* — **Utilisation des clichés thermoplastiques**

Les clichés thermoplastiques sont collés sur supports plans ou cintrés à l'aide d'une colle appropriée ou d'une toile adhésive à double face.

Si le travail est bien conduit, le retrait par rapport aux dimensions des originaux est négligeable surtout pour les clichés en couleurs, exécutés dans des conditions identiques de pression quelle que soit la finesse de la trame.

514 — Plastiques thermodurcissables

La fabrication de ces clichés à partir de plastiques thermodurcissables se fait dans des conditions identiques à celles des produits thermoplastiques mais il est évident que le passage sous la presse froide devient inutile.

Il suffit de maintenir la pression le temps nécessaire au durcissement de la matrice sous la température de polymérisation rigoureusement contrôlée.

La matrice est d'abord graphitée pour éviter l'adhérence du cliché, et est placée sur la desserte de la presse. Elle est encadrée de cales d'épaisseurs. On dispose par-dessus un nombre de flans variable avec le procédé, et la nature de la matrice, puis une tôle légèrement huilée pour éviter le collage de la matière après le plateau supérieur de la presse.

On passe sous la presse dont les deux plateaux doivent être à une même température de l'ordre de 140 à 160° C, suivant la matière choisie.

L'observation de la température indiquée par le fournisseur est un élément essentiel de la réussite. Elle doit être réglée par thermostat. On peut prendre pour fabriquer les clichés la même matière thermodurcissable utilisée pour les moulages. La matière se présente généralement sous forme de carton imprégné d'une matière thermodurcissable.

Faire monter doucement la pression pour laisser s'échauffer et par conséquent ramollir la matière.

Augmenter progressivement la pression jusqu'au maximum recommandé pour le procédé. Au bout d'une minute environ, lâcher brusquement la pression pendant un très court instant pour laisser échapper la vapeur d'eau provenant des cartons : c'est le « dégazage ».

Remettre en pression et conserver celle-ci au maximum pendant toute la durée de la polymérisation qui est environ 10 à à 15 minutes. Refroidir sous une presse à plateaux ordinaires, pour éviter le gondolage du cliché que l'on découpe ensuite à ses dimensions.

Il est important de laisser refroidir la matrice avant de prendre un nouveau cliché.

CHAPITRE XII

MATIÈRES PREMIÈRES UTILISÉES EN STÉRÉOTYPIE ET GALVANOTYPIE

Matières premières utilisées en stéréotypie

601 — Métaux

601 *a* — **Antimoine** (Sb)

Poids atomique 122; métal blanc argent, cassant, fond à 630° C; densité 6,7. Est introduit dans tous les alliages d'imprimerie pour en augmenter la dureté.

601 *b* — **Bismuth** (Bi)

Poids atomique 208; métal cassant blanc; fond à 269° C; densité 9,78. Entre dans la composition des soudures à basse température de fusion, dont le principal type est l'alliage Darcet qui fond à 100° C.

601 *c* — **Cadmium** (Cd)

Poids atomique 112; métal blanc argent, ductile; fond à 320° C; densité 8,65. Permet d'abaisser le point de fusion des soudures.

601 *d* — **Etain** (Sn)

Poids atomique 119; métal blanc argent à reflets légèrement jaunâtres; il fond à 232° C; densité 7,29. Lorsque l'on plie une baguette d'étain, il se produit un crissement nettement perceptible appelé « cri d'étain ». Il entre en petites quantités dans les alliages d'imprimerie et dans la composition des soudures.

601 *e* — **Plomb** (Pb)

Poids atomique 207; métal mou, grisâtre, sans ténacité; fond à 327°; densité 11,37. Inattaquable à l'acide sulfurique. C'est l'élément de base de tous les alliages d'imprimerie.

601 *f* — **Zinc** (Zn)

Poids atomique 65; métal blanc bleuâtre; fond à 418° C; densité 7,13. Se travaille mal à la lime; employé en photogravure. Constitue l'ennemi né des alliages d'imprimerie; sa présence, même infime, dans les alliages de clicherie peut les rendre inutilisables.

602 — Papiers

Tirés de la cellulose extraite du bois ou de certaines fibres végétales. Les papiers préparés sans colle sont dits « buvards »; ils se laissent imprégner facilement par les liquides aqueux et servent à la confection des flans. Le papier laine se présente sous l'aspect de feuilles gris-noir assez épaisses et d'apparence laineuse. Il sert au garnissage des formes et empreintes et entre dans la composition des habillages pour le moulage mécanique.

603 — Produits chimiques divers

603 *a* — **Alun**

Sulfate double d'aluminium et de potassium. Il est soluble dans l'eau. Son addition en petites quantités dans la pâte à flans empêche la fermentation et les moisissures.

603 *b* — **Amidon**

Matière blanche extraite des farines, insoluble dans l'eau bouillante. Peut servir à faire de la colle ou de la pâte à flans.

603 *c* — **Blanc d'Espagne**

Poudre blanche, carbonate de calcium à l'état naturel. Entre dans la composition de la pâte à flans.

603 *d* — **Colophane**

Résidu de la fabrication de l'essence de térébenthine, de couleur jaune ou brune, soluble dans l'alcool, la benzine et l'essence de térébenthine. Est employée à la purification des alliages stéréotypiques.

603 *e* — **Dextrine**

Poudre gommeuse, jaunâtre, extraite de l'amidon. Entre dans la composition de la pâte à flans.

603 *f* — **Emeri**

Alumine ou oxyde d'aluminium impure. Corps très dur. Sous forme de poudre, de meule ou de toile émeri, sert au polissage des métaux et à l'affûtage des outils.

603 *g* — **Esprit de sel éteint ou chlorure de zinc** (Cl^2Zn)

Liquide résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur les rognures de zinc. Est utilisé comme décapant dans la plupart des soudures. La solution ne doit pas dépasser la concentration de 25° B.

603 *h* — **Essence minérale**

Liquide obtenu par distillation des huiles de pétrole, incolore et très inflammable. Dissolvant les corps gras, l'essence est employée au nettoyage des formes. Elle doit être stockée loin de toute flamme.

603 *i* — **Formol**

Obtenu par oxydation incomplète de l'alcool méthylique; antiseptique employé pour la conservation de la pâte à flans. Sert à l'argenture des moules de galvanotypie.

603 *j* — **Huile de graissage**

Tirée principalement des résidus de la distillation des pétroles. Liquide épais, visqueux, de couleur jaunâtre. Sert à la lubrification des machines-outils et au graissage des formes avant moulage.

603 *k* — **Kaolin**

Poudre argileuse, blanche. Sert à la fabrication de la pâte à flans.

603 *l* — **Lysol**

Dérivé du goudron; puissant antiseptique. Sert à la conservation de la pâte à flans.

603 *m* — **Ocre en poudre**

Terre argileuse allant du jaune au brun. Employée pour badigeonner les équerres et les araignées dans les opérations de fonte afin d'empêcher l'adhérence du plomb.

603 *n* — **Phénol**

Solide cristallisé, incolore, qui rosit et brunit sous l'influence de la lumière. Très corrosif et doué d'une forte odeur toxique, il fond vers 40° C et bout vers 180° C. En solution aqueuse ou eau phéniquée, il sert de désinfectant; il est employé pour la conservation de la pâte à flans et de la colle. Sert comme agent d'addition pour améliorer les bains de cuivre.

603 *o* — **Ponce**

Roche volcanique poreuse, en pierre ou en poudre. Sert au polissage des platines des moules à fondre et au nettoyage des clichés.

603 *p* — **Sel ammoniac ou chlorure d'ammonium** ($Cl\,NH^4$)

Aspect cristallin blanc ou grisâtre. En pain, sert au décapage des fers à souder; peut servir également à la purification des alliages stéréotypiques.

603 *q* — **Soufre** (S)

Solide jaune, friable, fond vers 120° C. Est quelquefois utilisé à la purification des alliages d'imprimerie.

603 *r* — **Talc** (silicate de magnésie)

Poudre naturelle blanche, onctueuse, utilisée à la préparation des empreintes au moment de la fonte en vue d'éviter l'adhérence.

MATIÈRES PREMIÈRES EMPLOYÉES EN GALVANOTYPIE

611 — Métaux

611 *a* — **Aluminium** (Al)

Poids atomique 27; densité 2,70; fusion 658° C. Métal léger et très conducteur de la chaleur et de l'électricité, légèrement altérable à l'air, sert quelquefois en galvanotypie à faire des crochets de suspension.

611 *b* — **Argent** (Ag)

Poids atomique 108; métal précieux blanc brillant; c'est le plus conducteur des métaux; il fond à 960° C; densité 10,5. En galvanotypie, l'argent est employé sous forme de nitrate pour l'argenture des moules. Il est inoxydable à l'air.

611 *c* — **Chrome** (Cr)

Poids atomique 52; métal blanc bleuté, susceptible d'un beau poli et inaltérable à l'air; fond à 1.550° C; densité 6,7. Métal encore plus dur que le nickel, le chrome est employé comme revêtement des autres métaux. Il peut être employé en galvanotypie, en plaques comme anodes en bain de chromage mais plus généralement il est seulement utilisé sous forme d'acide chromique.

611 *d* — **Cuivre** (Cu)

Poids atomique 63; métal rouge clair, ductile; fond à 1.083° C; densité 8,8. Ses principaux minerais sont les pyrites cuivreuses, la malachite, l'azurite et la chalcosine. Le métal en est extrait par grillage ou raffinage électrolytique. L'alliage cuivre-zinc est appelé laiton et il a une belle couleur jaune. Le bronze est un alliage cuivre-étain dont la sonorité est remarquable.

Le cuivre est employé en galvanotypie, en plaques comme anodes. Il sert également à faire des crochets de suspension, les conducteurs des moules, les barres d'amenée du courant et les

conducteurs reliant la cuve d'électrolyse au générateur électrique. Sa bonne conductibilité le fait employer universellement comme fil conducteur et transporteur d'énergie électrique.

611 *e* — **Fer** (Fe)

Poids atomique 56; métal gris terne, facilement oxydable à l'air; fond à 1.500° C, densité 7,9. Le fer est employé sous forme de limaille très fine, en galvanotypie pour la métallisation avant la mise au bain.

611 *f* — **Nickel** (Ni)

Poids atomique 59; métal blanc d'argent susceptible d'un beau poli et inaltérable à l'air; fond à 1.450° C; densité 8,8. Sa grande dureté et son inaltérabilité le font employer comme revêtement protecteur ou ornemental de pièces en fer, acier, cuivre, zinc, etc...

Son principal minerai est la garniérite dont la métallurgie est complexe et comparable à celle du cuivre.

En galvanotypie, le nickel est employé en plaques comme anodes dans les bains de nickelage.

611 *g* — **Sélénium** (Se)

Poids atomique 79; fond à 217° C; densité 4,8. Métal rouge noir. Il est employé dans la fabrication des redresseurs de courant car il a la propriété de ne laisser passer le courant que dans un seul sens.

612 — PAPIERS

Papier journal ou papier laine entrent dans la composition des habillages pour les moulages galvanotypiques.

613 — CIRE. RÉSINE. DISSOLUTION

613 *a* — **Cire d'abeilles**

Solide jaune naturel, employé aux moulages galvanotypiques.

613 *b* — **Cire blanche**

Extraite de produits d'essence végétale, peut remplacer l'ozokérite dans les mélanges de cire destinés aux moulages galvanotypiques. Mais offre l'inconvénient de ne pas avoir des caractéristiques physiques stables. Aussi faut-il se montrer très prudent dans l'évaluation des quantités à incorporer à la cire d'abeilles.

613 *c* — **Ozokérite ou cire minérale**

Provient des résidus de la distillation des pétroles et sert aux moulages galvanotypiques. Est incorporé à la cire d'abeilles pour augmenter la dureté du mélange.

613 *d* — **Térébenthine**

Liquide extrait de certains végétaux qui dissout les corps gras. Est ajouté au mélange de cire pour les moulages.

613 *e* — **Colophane**

Est quelquefois incorporée aux mélanges de cires destinées au moulage.

613 *f* — **Stéarine**

Produit extrait des corps gras, de couleur blanche. Est employé comme décapant pour la soudure (triplage et montage à la presse) et quelquefois mélangé à la cire d'abeilles pour les moulages galvanotypiques.

613 *g* — **Dissolution**

De caoutchouc dans l'essence. Sert à préparer le celluloïd pour le moulage.

613 *h* — **Dissolution de cire dans l'essence**

Sert à la préparation des feuilles de plomb et au graphitage des feuilles de celluloïd pour les moulages.

614 — Produits chimiques

614 *a* — **Acétate d'amyle**

Liquide légèrement jaunâtre, à odeur caractéristique de bonbons anglais, dissout le celluloïd, sert à préparer les feuilles de celluloïd pour le moulage. Est avantageusement remplacé par le lactate d'éthyle.

614 *b* — **Acétone**

Liquide tiré de la distillation du bois, dissout le celluloïd. Est utilisé au graphitage du celluloïd pour le moulage.

614 *c* — **Acide borique** ($BO^3H^3 = 62$)

En paillettes ou en cristaux blancs est utilisé dans la plupart des électrolytes de nickelage dont il sert à stabiliser le pH et à accroître le brillant du dépôt.

614 *d* — **Acide chlorhydrique** ($ClH = 36{,}5$)

Esprit de sel ou acide muriatique, liquide jaunâtre, attaque les métaux. Est utilisé dans les bains de décapage. L'acide commercial titre 21° B = 1,17.

614 *e* — **Acide nitrique** ($NO^3H = 63$)

Appelé encore acide azotique ou eau-forte; liquide jaunâtre lorsqu'il est concentré, attaque la plupart des métaux et surtout le cuivre. Employé dans les bains de cuivre et au décapage des pièces destinées au nickelage. Il se trouve dans le commerce à 36° B, 40° B, 46° B.

614 *f* — **Acide sulfurique** ($SO^4H^2 = 98$)

Densité 1,84; liquide visqueux et blanchâtre, attaquant énergiquement les tissus organiques en provoquant des brûlures graves. Connu également sous le nom de vitriol. En cas de brûlures, ne jamais se laver avec un peu d'eau, mais à grande eau et si possible au jet. *Ne jamais verser de l'eau dans l'acide*, mais faire l'inverse lentement pour éviter les projections dues à la brutalité de la réaction.

L'acide sulfurique entre dans la composition des électrolytes de cuivrage et des accumulateurs, quelquefois dans les bains de nickelage également. Il est employé concentré ou dilué pour le décapage des pièces destinées au nickelage. Il se trouve dans le commerce à 66° B, 60° B, 52° B.

614 *g* — **Ammoniaque** (solution aqueuse de gaz ammoniac $NH^3 = 17$)

Alcali volatil, sert à la neutralisation des bains de nickelage.

614 *h* — **Carbonate de sodium** ($CO^3Na^2 = 106$)

Poudre blanche qui entre dans la composition des électrolytes de dégraissage-cuivrage.

614 *i* — **Chaux éteinte** ($Ca\ OH^2 = 74$)

Liquide blanchâtre obtenu par dissolution de la chaux vive, est quelquefois employé pour dégraisser les pièces avant nickelage.

614 *j* — **Chlorure d'ammonium** ($ClNH^4 = 53$)

Entre en solution dans les bains de nickelage.

614 *k* — **Chlorure de nickel** (Cl^2Ni, $6\ H^20 = 238$)

De couleur verte, est quelquefois employé dans les bains de nickelage.

614 *l* — **Chlorure de sodium** ($ClNa = 58{,}5$)

C'est le sel marin bien connu. Il entre dans les bains de nickelage.

614 *m* — **Chlorure de zinc** (Cl^2Zn) (1)

Sert au décapage des coquilles.

614 *n* — **Cyanure de cuivre**

Poudre blanche, très toxique. Entre dans la composition des électrolytes pour bains de dégraissage-cuivrage.

614 *o* — **Cyanure de sodium** ($CnNa = 49$)

Poudre blanche. Entre dans la composition des bains de dégraissage-cuivrage. Un des poisons les plus violents connus.

614 *p* — **Emeri. Tripoli. Ponce** (abrasifs)

Servent au polissage des pièces destinées au nickelage.

614 *q* — **Potasse** (KOH = 56)

Se trouve sous forme liquide (lessive) ou solide blanc, produit très caustique. Entre dans la composition des bains de dégraissage.

614 *r* — **Soude** (NaOH = 40)

Se trouve sous forme de liquide (lessive) ou de solide blanc; produit très caustique. Entre dans la composition des bains de dégraissage.

614 *s* — **Sulfate de cuivre cristallisé** (SO^4Cu, $5H^20$)

Sel de cuivre qui cristallise sous forme de beaux cristaux bleu foncé. Sa masse moléculaire est égale à 249; il contient 63 g de cuivre soit environ 1/4 de métal dans le sel cristallisé. Il entre dans la composition des électrolytes de cuivrage. Sa densité est égale à 2,28.

614 *t* — **Sulfate double de nickel et d'ammonium** (SO^4Ni, SO^4 $(NH^4)^2$, $6H^20 = 395$)

Se présente sous forme de cristaux vert foncé. Est employé mais rarement comme électrolyte de nickelage.

614 *u* — **Sulfate de nickel cristallisé** (SO^4Ni, $7\ H^20 = 281$)

Cristallisé sous forme de beaux cristaux verts efflorescents. Entre dans la composition des électrolytes de nickelage; densité 1,93.

615 — Feuilles de moulage

615 *a* — **Celluloïd**

Combinaison de cellulose, d'acide nitrique et de camphre extrêmement inflammable. Est utilisé pour les moulages en feuilles d'environ 8/10es de mm d'épaisseur.

615 *b* — **Chlorure de vinyle**

Feuilles thermoplastiques d'une épaisseur de 8 à 10/10es de mm, servant aux moulages. Composé organique auquel sont incorporés certains plastifiants.

615 *c* — **Feuilles de plomb**

Plomb pur de première fusion laminé et raboté à 10/10es de mm d'épaisseur. Sert aux moulages des similis et zincs couleurs.

615 *d* — **Tenaplate**

Couche de caoutchouc synthétique recouverte d'une fine pellicule de cire graphitée, et supportée par une tôle d'aluminium 1/10e de mm servant de semelle. Le ténaplate importé des Etats-Unis sert aux moulages galvanotypiques.

616 — Produits divers

616 *a* — **Benzine** ($C^6H^6 = 78$)

Liquide très inflammable extrait par cristallisation des goudrons de houille. A le même usage que l'essence.

616 *b* — **Crocus**

Poudre rougeâtre. Sert à polir les métaux ou à empêcher le glissement dans les mats au moulage à la cire.

616 *c* — **Essence**

Utilisée pour le nettoyage des formes et le dégraissage des pièces à nickeler.

616 *d* — **Plâtre**

Sulfate de calcium, poudre blanche qui fait prise lorsqu'elle est mélangée à l'eau. La bouillie de plâtre à modeler sert au garnissage des formes pour moulage à la cire.

616 *e* — **Plombagine**

Graphite tendre et onctueux, se présente sous l'aspect d'une poudre noire impalpable. Bon conducteur de l'électricité, elle sert à rendre la surface des moules conductrice de l'électricité ou à supprimer l'adhérence entre les originaux et les matières plastiques servant aux moulages.

616 *f* — **Terre à four**

Terre jaune servant au garnissage des formes pour le moulage à la cire.

CHAPITRE XIII

LES ALLIAGES

621 — Température de fusion des alliages

Les alliages d'imprimerie étant essentiellement composés de plomb, d'antimoine et d'étain nous limiterons cette étude à ces trois métaux et aux alliages qui en résultent.

Un *corps simple* fond toujours à la même température.

Par exemple : l'étain pur à 232°;
l'antimoine pur à 630°;
le plomb pur fond à 327°.

Un *mélange* par contre, fond à une température qui lui est particulière et qui reste fixe *si la composition reste la même.*

En général, la température de fusion d'un mélange est comprise entre les températures extrêmes de fusion de ses constituants.

Il existe une composition appelée « eutectique » qui a la propriété de fondre à une température bien déterminée, appelée température eutectique.

La température d'un fourneau qui sert à fondre les alliages à base de plomb ne doit pas être quelconque mais au contraire réglée pour correspondre à la constitution de l'alliage.

622 — Etain

L'étain provient du minerai appelé cassitérite exploité en Malaisie, Bolivie, Chine, Siam, Iles de la Sonde, Australie et Birmanie. L'étain en provenance de ces mines s'appelle :

de Malaisie : Straits;
de la Sonde : Banca;
de la Chine : Chinese;
d'Australie : Mount Bischott.

Il est blanc d'argent et se ternit très lentement à l'air. Il est très doux et malléable. Il peut se laminer en feuilles très minces. Sa densité est de 7,29. Il font à 232° C.

623 — Antimoine

L'antimoine est extrait du minerai appelé « stibine » qui est un sulfure. Il provient surtout de Chine. On l'appelle souvent « régule ».

Il est blanc, cristallin, cassant. Il ne se ternit pas rapidement à l'air. Il s'allonge un peu au moment où il se solidifie. Il a un poids spécifique de 6,71 et fond à 630° C.

L'antimoine commercial contient rarement plus de 99,5 % d'antimoine pur. Pour une teneur plus forte, le prix monte rapidement. Les principales impuretés sont l'arsenic, le zinc et le soufre.

624 — Plomb

Il provient des Etats-Unis, du Mexique, du Canada, de l'Australie, de la Birmanie et de la Rhodésie.

Le principal minerai est la galène qui est un sulfure.

Le plomb est très mou et très malléable. Une coupure fraîche a une couleur bleu clair. Elle ternit rapidement à l'air. Sa densité est 11,37. Il fond à 327° C. Le plomb est facile à purifier.

Le plomb du commerce est toujours de bonne qualité et presque pur. Dans les qualités inférieures, il contient surtout du zinc.

625 — Propriétés de chacun des métaux des alliages étain, antimoine, plomb

Le plomb forme le corps de l'alliage. L'étain donne de la fluidité, l'antimoine de la dureté.

Les alliages de plomb et d'étain se rétractent notablement en se solidifiant. L'antimoine au contraire augmente de volume. La présence d'antimoine permet donc d'épouser fidèlement les détails du moule.

Ceci est très important du point de vue pratique, car cela permet au métal de remplir les moindres coins de la matrice ou de l'empreinte et de rendre ainsi les plus petits détails.

A l'état fondu, on peut admettre que le liquide est homogène. Mais selon la vitesse de refroidissement, il se produit un changement de constitution interne avant la solidification complète.

A mesure que la température baisse certains éléments se combinent, se séparent en se solidifiant, puis finalement toute la masse se solidifie à la température eutectique. En dessous, l'alliage est complètement solide.

Il y a trois stades dans le refroidissement :

1° Avant le commencement du refroidissement, l'alliage est complètement liquide et homogène.

2° Entre la température eutectique et la température de fusion propre à l'alliage, la composition n'est plus uniforme. Il y a séparation de certains éléments déjà solidifiés dans la masse encore liquide. C'est l'état pâteux.

3° Enfin, toute la masse se solidifie; c'est l'état totalement solide.

Pour bien fondre un alliage, il faut être sûr qu'il est totalement liquide. Aussi prend-on l'habitude de le faire fondre à une température de 25° à 50° environ supérieure à son point de fusion.

On peut raccourcir la deuxième phase en refroidissant très vite. Ceci est très avantageux. On obtient un alliage plus résistant.

De plus, des petits éléments composés d'antimoine et d'étain remontent à la surface si l'on refroidit lentement, ce qui donne au métal une structure inégale, la surface étant très dure et le reste plus mou.

Tout ceci met l'accent sur la nécessité de travailler les alliages dans des conditions bien précises et de ne jamais s'en écarter.

Dans l'alliage stéréo contenant 14 % d'antimoine, 2 % d'étain et 84 % de plomb, on aperçoit dans la coupe, si l'on regarde au microscope grossissement 150, de petits points ou filaments blancs qui sont des éléments d'antimoine contenant environ 10 % d'étain en solution.

626 — Quelques eutectiques

Voici la composition et les points de fusion des principaux eutectiques.

Plomb	Antimoine	Etain	Bismuth	Cadmium	Point de fusion
87	13				245°
38		62			183°
84	12	4			240°
32		16	52		94°
27		13	50	10	69°

L'eutectique plomb-étain est utilisé comme soudure; l'eutectique plomb-étain-bismuth souvent appelé alliage Darcet sert à souder les galvanos sur semelle plomb.

Les alliages à faible pourcentage de Sb prennent la trempe. Un alliage à 2 % trempé dans l'eau à 240° C donne immédiatement après une dureté Brinell de 5,9.

Onze jours après, la dureté est montée à 28,8. L'alliage recuit a une dureté de 6,4, donc supérieure à celle de l'alliage trempé.

627 — Mode opératoire de fusion

Etant données les difficultés de fusion de l'antimoine il faut faire dissoudre l'antimoine solide dans le plomb en fusion. Il

suffit alors d'une température voisine de 440° C pour obtenir le mélange.

Voici comment on doit opérer :

1° Porter le plomb à une température de 400 à 440° C en évitant toute surchauffe qui provoquerait en plus d'un gaspillage de combustible une oxydation rapide du plomb (formation de litharge). Pour éviter cette oxydation, contrôler la température au moyen d'un pyromètre et répandre à la surface du plomb une couche de charbon de bois.

2° Incorporer l'antimoine en morceaux. Puis après dissolution brasser longuement.

3° Abaisser la température de l'alliage avant d'y mettre l'étain qui, s'oxydant facilement, passerait dans les crasses. Terminer par un brassage énergique.

628 — Pertes et corrections

C'est l'étain qui s'oxyde le plus vite. C'est donc la perte d'étain qui est la plus importante. En général, la crasse contient 1 % de plus d'étain que le métal lui-même. En outre elle renferme quantité de corps étrangers : oxydes, encres brûlées, poussières, etc...

Aussi est-il nécessaire de rajouter un poids de métal égal, mais contenant 1 % d'étain en plus.

La crasse, si l'opération est bien faite, doit être une poudre sèche fine. Si elle contenait du métal, ce serait un gaspillage, car on a vu sa richesse en étain.

629 — Écumage

Avant écumage, il faut laisser l'alliage pendant une vingtaine de minutes à une température voisine de 350° C suivant sa teneur en antimoine.

Brasser longuement puis écumer. Lorsque cela est possible, il est préférable de laisser surnager en permanence une légère

couche de crasses pour éviter l'oxydation (les fondeurs utilisent souvent le charbon de bois).

On trouve actuellement dans le commerce des produits spéciaux permettant l'écumage des alliages d'imprimerie à une température voisine de 300° C, tout en réduisant les pertes de métal de plus de moitié. De plus le métal ainsi traité se trouve purifié, sa texture est plus fine, plus serrée, ce qui réduit les risques de soufflures.

D'une manière générale pour garder aux alliages leur qualité et leur titrage, il faut contrôler soigneusement la température des creusets par un dispositif thermostatique pour éviter les surchauffes. D'autre part, entretenir un brassage de la matière qui évite la séparation des constituants par densité.

630 — Poisons des alliages

Les poisons de ces alliages sont le zinc, le fer et l'aluminium. Par contre, un peu de cuivre (jusqu'à 0,15 %) ne gêne pas mais élève la température de fusion.

D'où la nécessité dans la pratique de ne jamais déposer des morceaux de zinc ou de fer à proximité du fourneau à fondre.

631 — Alliages de stéréotypie

Ils contiennent étain, antimoine, plomb.

Nous avons vu que l'eutectique a pour caractéristiques :

Sn	4	
Sb	12	Il fond à 240° C.
Pb	84	

Il faut au moins 10 % d'antimoine pour que son expansion atténue le retrait des deux autres métaux et assure une fonte nette.

Quand un alliage se rapproche de la constitution de l'eutectique, la phase pâteuse est d'autant plus courte et pour l'eutectique lui-même la liquéfaction est immédiate.

Pour quelques compositions dans la zone des stéréos, voici la limite des températures entre lesquelles un alliage est pâteux.

Etain	Antimoine	Plomb	Commencement de fusion	Fin de fusion	Dureté Brinell
4	12	84	240	240	
2	14	84	240	267,5	18
4	14	82	240	258	22,50
6	14	80	240	256	22,50
8	14	78	240	258	23
10	14	76	240	264,5	25
5	15	80	240	265	
'6	15	'79	240	261	
7	15	78	240	261	
8	15	77	'240'	262	
9	15	76	240	265	
10	15	75	240	270	
4	16	80	240	274,5	
6	16	78	240	272	
8	16	76	240	267	
10	16	74	240	273	

On voit que la composition 4-12 voisine de l'eutectique fond d'un seul coup à 240° C. Pour les autres, l'intervalle des températures entre le commencement de fusion et la fusion totale est de l'ordre de 20 à 50° selon les compositions d'alliages.

632 — Titrage des alliages de clicherie-galvanotypie

633 — Dosage volumétrique

La recherche du titre exact d'un alliage est une opération délicate qui ne peut être menée à bien que par des chimistes professionnels bien entraînés et munis d'un matériel complet.

634 — Prélèvement d'échantillon pour analyse

Si le métal à analyser est en fusion, on prélève la quantité nécessaire au moyen d'un petit pochon préalablement réchauffé après avoir *très longuement et très complètement* brassé le métal dont la température doit être de 350° environ. Le métal prélevé est brusquement refroidi en le coulant sur un marbre en fonte. Ce refroidissement brusque évite « la ségrégation », c'est-à-dire la séparation progressive des divers constituants d'un alliage maintenu en fusion; on a ainsi un échantillon homogène.

C'est en raison de la ségrégation qui a pu se produire lors de la coulée des saumons qu'un prélèvement sur un lot de saumons est chose délicate.

Les saumons ne sont pas identiques entre eux et de plus, les diverses portions d'un même saumon ont des compositions différentes. On obtiendra un échantillon moyen d'un lot en prélevant des échantillons en des endroits variés des différents saumons composant le lot, puis en les fondant ensemble en prenant des précautions contre l'oxydation.

635 — Essais mécaniques

La dureté, et par suite la fragilité des plombs antimoniés augmentent avec le titre de l'antimoine. On se contente dans les ateliers, de plier jusqu'à rupture un échantillon de l'alliage, afin d'en évaluer empiriquement la dureté.

Pour que cette méthode donne des résultats constants, il est nécessaire d'opérer sur des échantillons, de même section, récemment coulés. En employant en guise de moule deux garnitures en fonte posées sur un marbre, les échantillons sont obtenus sous forme de baguettes de section rectangulaire, le refroidissement en outre est rapide et régulier.

Les observations faites sur l'apparence de la cassure sont très trompeuses car son aspect dépend de la façon dont le métal a été coulé et refroidi.

636 — Essais de fusion

Le point de fusion peut donner une indication, mais la lecture en est délicate et les résultats difficiles à interpréter.

Toutefois le refroidissement lent des alliages en fusion permet de les distinguer entre eux, par leur comportement différent. Pour procéder à cet examen, couler l'alliage sur un marbre recouvert d'un blanchet et d'un papier épais. Le *plomb pur*, ainsi que les alliages dont la composition correspond aux eutectiques, soit : *plomb* 87 *et antimoine* 13 et *plomb* 84, *antimoine* 12 *et étain* 4, passent presque sans transition de la phase liquide à la phase solide.

Les autres alliages passent au contraire par une phase semi-liquide qui dure plus ou moins longtemps et pendant laquelle le métal reste pâteux. Il suffit d'appuyer avec un bois pointu en différents endroits de la surface de l'échantillon pour mettre en évidence le phénomène.

Les observations faites sur les propriétés mécaniques jointes à celles résultant de l'étude sur la solidification permettent avec un peu d'entraînement de reconnaître les différents alliages.

637 — Mesure de la densité

L'examen des densités respectives des 3 constituants : plomb = 11,37; étain = 7,29; antimoine = 6,71 permet de remarquer que, si les densités de l'étain et de l'antimoine sont voisines, celle du plomb leur est nettement supérieure. En conséquence, les alliages à haute teneur d'étain et d'antimoine seront moins denses que ceux contenant surtout du plomb.

La mesure de la densité permettra ainsi de connaître le titre total étain + antimoine. La proportion d'étain des alliages de clicherie dépassant rarement 2 %, on se contente, dans les ateliers de ce résultat approximatif.

L'exactitude de cette méthode est fonction de la sensibilité et de la précision de la balance employée à la détermination de la densité. Les balances dites « trébuchets » permettent d'obtenir

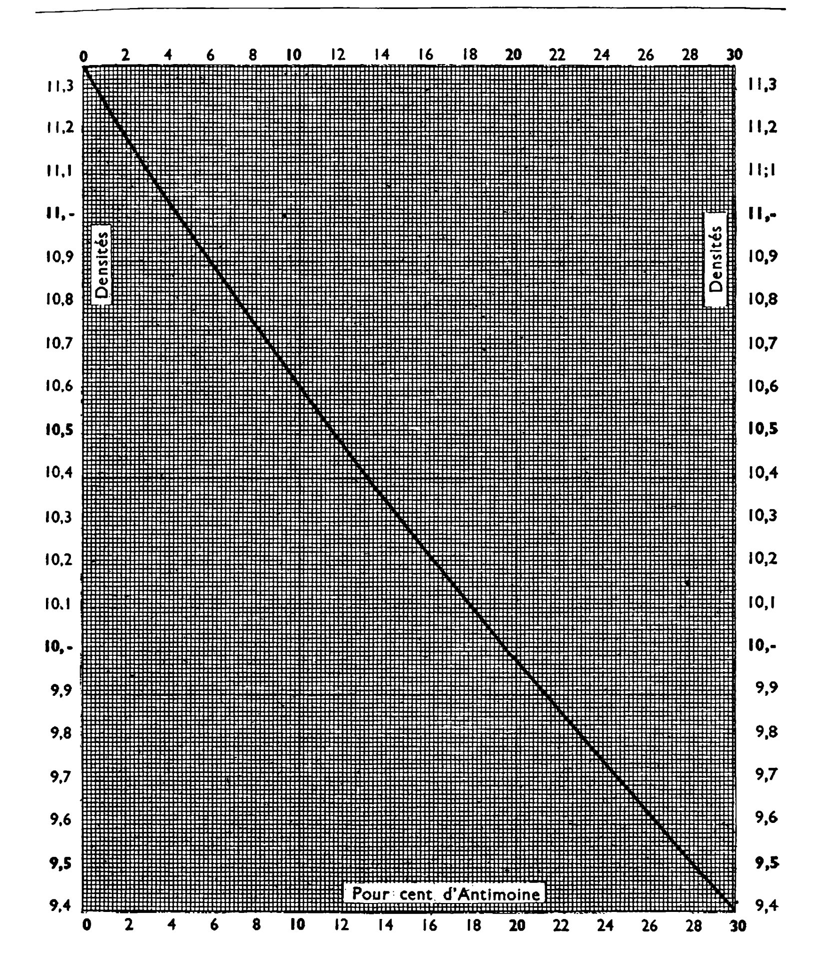


Fig. 97. — Diagramme des densités Pb., Sb.

des résultats suffisants à condition d'être en très bon état et d'être manipulées par un opérateur soigneux.

On utilise d'autre part une petite lingotière munie d'un coupe-jet qui permet d'obtenir un échantillon d'un volume déter-

miné. La lecture d'un tableau habituellement fourni par le constructeur de la lingotière permet de connaître immédiatement le titre de l'alliage d'après le poids de l'échantillon. Pour une lingotière d'une capacité de 5 cm^3 une variation du titre de 2 % se traduit par une différence de poids de l'ordre de 1 g.

A défaut de lingotière, la détermination de la densité peut se faire par la « balance hydrostatique ». L'échantillon est pesé 2 fois, une fois « dans l'air », c'est-à-dire, normalement, et une fois dans l'eau suspendu au plateau de la balance par un fil métallique très fin.

La différence entre les deux pesées indique la poussée résultant du volume d'eau déplacé;

soit : p la première pesée dans l'air ;
p' la deuxième pesée dans l'eau.

$$\text{Densité} = \frac{p}{p - p'}$$

Les négociants en métaux utilisent ce procédé pour le titrage des alliages plomb, étain, antimoine. Ils se servent de balances très sensibles qui leur permettent de déterminer très exactement la densité. Connaissant ainsi la teneur étain-antimoine, un simple dosage volumétrique de l'antimoine leur indique les quantités respectives des 3 constituants.

Le diagramme ci-contre permet de déterminer le titre d'un alliage plomb-antimoine dont on connaît la densité (fig. 97).

638 — Résistance mécanique des métaux d'imprimerie

La résistance mécanique des métaux diminue lorsque leur température s'élève et les alliages à base de plomb sont en raison de leur point de fusion peu élevé, plus sensible à l'action de la chaleur que les autres métaux. Les laboratoires « Fry's Metal Fonderies », de Londres, dont on connaît les nombreux travaux relatifs aux métaux d'imprimerie, ont déterminé avec exactitude, les variations de la dureté Brinell, des différents alliages en fonction de la température.

L'essai Brinell consiste à appliquer une bille d'acier avec une pression déterminée sur l'échantillon à étudier et à mesurer le diamètre de l'empreinte laissée par la bille. Cet essai donne une idée précise de la résistance à l'écrasement d'un alliage.

Le graphique ci-dessous représente la variation de dureté d'un alliage linotype (fig. 97 *bis*). On remarque que la résistance de l'alliage vers 105° C est la moitié de la résistance ordinaire et qu'à 150° C elle n'est plus que le tiers.

Ceci explique la nécessité d'un réglage précis de la température de séchage en stéréotypie. C'est également une des difficultés rencontrées dans la fabrication des matrices en résine thermodurcissable.

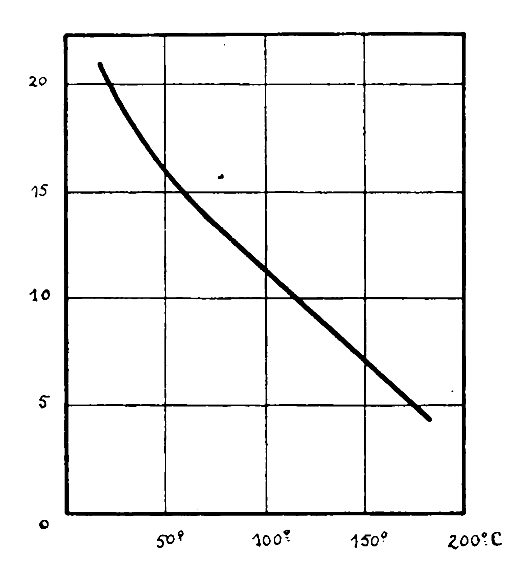


Fig. 97 *bis.* — Dureté des alliages.

CHAPITRE XIV

NOTIONS D'ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

701 — Définitions et lois

Le courant utilisé en galvanotypie est toujours du courant continu.

Une installation électrique à courant continu comprend :

1° Une source productrice de courant appelée générateur;

2° Les canalisations reliant le générateur au système d'utilisation;

3° Les appareils utilisateurs du courant produit.

Dans la généralité des cas, le générateur de courant est éloigné du récepteur d'où nécessité d'une canalisation d'assez grande longueur.

702 — Générateurs a courant continu

Les générateurs tournants transforment l'énergie mécanique en énergie électrique. On les appelle « dynamos ».

Il y a d'autres sources d'électricité qui produisent du courant continu. Ce sont les piles et les accumulateurs qui transforment l'énergie chimique en énergie électrique.

703 — Canalisation électrique

Les générateurs sont reliés aux récepteurs d'utilisation du courant par des câbles généralement en cuivre de diamètre correspondant à l'intensité du courant transporté.

704 — Appareils d'utilisation

Ces appareils peuvent être classés en trois grandes catégories :

1° Les moteurs électriques qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique;

2° Les appareils de chauffage et d'éclairage qui transforment l'énergie électrique en chaleur et lumière;

3° Les appareils électro-chimiques où l'électricité provoque des réactions chimiques (par exemple galvanotypie et électrométallurgie).

705 — Le circuit électrique

Il est admis pour la commodité des exposés que le courant décrit un circuit qui se ferme sur la source du courant : le départ est appelé pôle positif, l'arrivée pôle négatif (fig. 98).

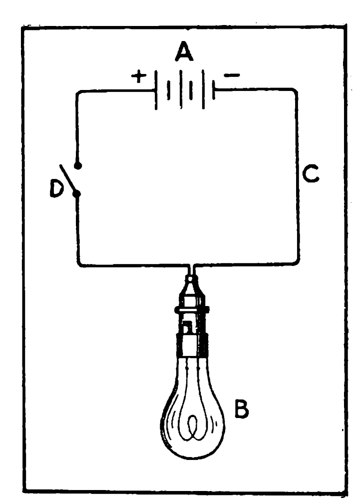


Fig. 98. — Circuit électrique.
A : Générateur C : Canalisation
B : Récepteur D : Interrupteur

A l'extérieur du générateur, le courant circule donc du pôle positif au pôle négatif. *A l'intérieur du générateur, le courant circule au contraire du pôle négatif au pôle positif.*

Si l'on rompt la continuité du circuit, le courant ne passe plus. C'est ce que l'on fait au moyen des interrupteurs qui permettent de fermer et d'ouvrir le circuit électrique.

En résumé, les appareils utilisateurs de courant doivent être reliés au moyen de conducteurs, aux deux pôles de la source génératrice pour que le courant puisse circuler.

706 — Mesures de courant électrique

Le courant électrique se mesure en *quantité* et en *intensité*, en *tension* et en *puissance*.

707 — Intensité. Quantité

Par analogie hydraulique, on peut dire que l'intensité du courant est le débit de la canalisation : c'est la quantité d'électricité qui traverse un conducteur en une seconde.

Le grand physicien anglais Faraday a démontré que l'intensité d'un courant électrique traversant un conducteur homogène est le même en tous les points du circuit.

Coulomb — Le coulomb est l'unité de *quantité* d'électricité : il permet de déposer 1,118 milligramme d'argent sur la cathode d'un voltamètre contenant un bain de nitrate d'argent.

Ampère — L'ampère représente l'unité d'intensité électrique. Il équivaut à un courant qui débite 1 coulomb par seconde.

Ampère-heure — C'est l'unité de quantité d'électricité qui correspond à une intensité de 1 ampère pendant une heure. Il équivaut à 3.600 coulombs (puisque l'heure vaut 3.600 secondes).

On voit que toutes les unités de mesure relatives à l'intensité dérivent du coulomb qui lui-même a été déterminé par un phénomène de dépôt électrolytique.

708 — Différence de potentiel

Elle est appelée aussi *tension* ou voltage. Dans une conduite d'eau, la circulation s'établit par une différence de niveau entre les deux extrémités de la canalisation. Cette différence de niveau tend à produire un déplacement, donc un courant d'eau du niveau le plus élevé au niveau le plus bas. Par analogie, on admet que le courant électrique se propage dans un conducteur grâce à la différence de potentiel existant entre les deux extrémités du circuit.

Le *volt* est l'unité de différence de potentiel. Il représente la différence de potentiel qui existe entre les extrémités d'un

conducteur parcouru par un courant d'une intensité de 1 ampère et ayant une résistance électrique de 1 ohm.

709 — Résistance électrique

Le courant électrique ne circule pas dans tous les corps avec la même facilité. Il éprouve une *résistance* variable. Certains corps dits « isolants » s'opposent au passage du courant (cire, verre, paraffine, caoutchouc, porcelaine, soufre, etc...).

Par contre, on appelle « corps conducteurs » ceux qui laissent passer le courant. Parmi les corps conducteurs, les meilleurs sont l'argent, le cuivre, l'aluminium. En général, tous les métaux sont bons conducteurs de l'électricité. Ils ont par conséquent une résistance relativement faible.

Les « électrolytes » ou solutions aqueuses d'acides, de base et de sels conduisent le courant. Mais leur résistance est extrêmement forte comparativement aux métaux et le passage du courant dans ces solutions s'accompagne de phénomènes chimiques connus sous le nom d'électrolyse.

710 — Résistivité

C'est la résistance au passage du courant qui provoque l'échauffement des conducteurs, une partie de l'électricité étant en effet transformée en chaleur. En général, l'élévation de température augmente la conductivité des électrolytes alors qu'elle diminue celle des conducteurs.

La résistivité est la résistance opposée au passage du courant électrique, entre les deux faces d'un conducteur de forme cubique de 1 cm de côté. On appelle « conductivité » l'inverse de la résistivité.

711 — Ohm

L'unité de résistance électrique est l'ohm.

L'ohm est la résistance d'un conducteur ayant une différence de potentiel de 1 volt et parcouru par un courant de 1 ampère.

712 — Première loi d'ohm

La différence de potentiel entre deux points quelconques d'un conducteur homogène parcouru par un courant électrique est proportionnelle à l'intensité du courant;

$$E \text{ (volts)} = I \text{ (ampère)} \times R \text{ (ohms)}.$$

On voit ainsi que l'on obtient l'intensité d'un courant en divisant la tension qui existe entre les extrémités du conducteur par sa résistance soit $I = \frac{E}{R}$.

713 — Deuxième loi d'ohm

La résistance d'un conducteur homogène de section uniforme est proportionnelle à sa longueur, inversement proportionnelle à sa section et proportionnelle à un coefficient de résistivité K qui dépend de la nature du conducteur :

$$R \text{ (ohms)} = K \times \frac{L}{S}.$$

Pour avoir R en ohms, il faut prendre L en centimètres et S en centimètres carrés.

714 — Loi de Joule

La chaleur dégagée par le passage du courant à travers un conducteur est proportionnelle au carré de l'intensité (I), au temps de passage du courant (*t*) et à la résistance du conducteur (R) suivant la formule :

$$Q = \frac{I}{J} R I^2 t.$$

Q se mesure en petites calories si R est exprimé en ohms, I en ampères, *t* en secondes, J est une constante qui est égale à 4,18; la formule devient :

$$Q = \frac{I}{4{,}18} R I^2 t \text{ ou encore } Q = 0{,}239 R I^2 t.$$

Une petite calorie représente la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer 1 gramme d'eau de 1° C. On emploie plus couramment la grande calorie qui vaut 1.000 petites calories.

C'est la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° C la température de 1 litre d'eau.

715 — Puissance électrique

La puissance électrique est le produit de la différence de potentiel par l'intensité du courant :

$$P \text{ (watts)} = E \text{ (volts)} \times I \text{ (ampères)}.$$

L'unité de puissance est le watt. C'est le produit d'un volt par un ampère.

On utilise des multiples, l'hectowatt et le kilowatt. On exprime couramment les puissances en chevaux-vapeur. On a entre ces unités les relations suivantes :

736 watts = un cheval-vapeur.
1 kilowatt = 1,36 cheval-vapeur.

716 — Travail

Le travail est le produit de la puissance par le temps. Il peut se mesurer soit en watts-heure, en hectowatts-heure ou en kilowatts-heure.

717 — Appareils de mesure
Ampèremètre-Voltmètre

L'ampèremètre sert à mesurer l'intensité du courant. On l'intercale *directement* sur le circuit d'utilisation.

Le voltmètre sert à mesurer la différence de potentiel entre les deux points d'un circuit. Il se monte en *dérivation* entre ces deux points.

Voltmètres et ampèremètres sont basés sur le même principe.

L'ampèremètre doit avoir une *faible résistance* pour ne pas fausser les lectures en introduisant une résistance propre supplé-

mentaire et pour éviter de ce fait une chute de potentiel qui diminuerait notablement la tension d'utilisation. Le voltmètre doit au contraire *avoir une très forte résistance* pour éviter le passage, dans le circuit dérivé sur lequel il est monté, d'un courant important qui fausserait la lecture.

A part cela leur constitution commune relève de trois principes :

Les appareils thermiques sont basés sur l'échauffement d'un fil métallique sous l'effet du passage du courant. La dilatation du fil détermine par un système amplificateur le déplacement d'une aiguille sur un cadran. Ces appareils sont fragiles et peuvent être détruits par une surcharge même légère.

Les appareils électro-magnétiques comprennent deux palettes de fer doux, l'une fixe, l'autre mobile qui porte l'aiguille indicatrice toujours ramenée au zéro, maintenue par un ressort spiral. Ces deux palettes sont placées dans le champ magnétique d'une bobine parcourue par le courant. Suivant la valeur de ce dernier, le pôle nord de l'aiguille mobile est repoussé plus ou moins par le pôle nord de la palette fixe aimantée par le passage du courant.

Dans les appareils à cadre mobile, le courant mesuré circule dans une bobine légère de fil fin montée sur pivot et toujours ramenée au zéro par un ressort spiral. Elle est enroulée autour d'une sphère de fer doux placée entre les pôles d'un aimant permanent.

Le courant passant dans la bobine crée lui-même un champ magnétique qui tend à déplacer la bobine jusqu'à une position d'équilibre qui dépend de la valeur du courant. Ils sont à recommander dans la mesure des courants d'électrolyse.

Certains appareils sont conçus pour jouer le double rôle de voltmètre et d'ampèremètre, moyennant l'adjonction de résistances supplémentaires intercalées soit en série pour l'emploi en voltmètre, soit en élévation pour l'emploi en ampèremètre.

718 — Compteurs

Les compteurs sont des petits moteurs enregistreurs dont la vitesse de rotation est fonction de l'intensité du courant et de sa

différence de potentiel. Ils indiquent en watts-heure, en hectowatts-heure ou en kilowatts-heure, la consommation d'électricité d'un appareil récepteur de courant.

719 — Les sources d'électricité employées en galvanotypie

A l'origine de la galvanotypie, les générateurs d'électricité étaient uniquement constitués par des piles. Plus tard les dynamos et les accumulateurs remplacèrent les piles dont le rendement était trop faible. Actuellement différents modèles de redresseurs statiques permettent la transformation du courant alternatif en courant continu.

La galvanotypie, application des phénomènes de l'électrolyse ne peut se faire qu'avec un *courant continu.*

720 — Les piles

Le principe de la pile électrique est basé sur la différence de potentiel existant entre deux métaux baignant dans un électrolyte : le cuivre a un potentiel plus élevé que le zinc, on dit qu'il est électropositif par rapport au zinc, lequel est dit « électronégatif ».

Si on plonge une lame de cuivre et une lame de zinc dans une solution étendue d'acide sulfurique et qu'on réunisse les deux lames à *l'extérieur du récipient* par un fil conducteur très mince, ce fil s'échauffe; c'est qu'il est parcouru par un courant électrique.

Divers modèles de pile ont été créés qui portent les noms de Volta, Daniell, Leclanché, Bunsen et les piles sèches.

Volta — Inventeur de la première pile, utilisait un empilage de lames de cuivre et de zinc séparés par des feutres imbibés d'acide sulfurique étendu. D'où le nom de pile. Après quelques minutes de fonctionnement, il y avait polarisation, c'est-à-dire neutralisation qui provoquait une très forte diminution du courant.

Cette polarisation est due au fait que l'électrode positive se recouvre d'une gaine de bulles d'hydrogène qui arrivent à l'isoler du liquide et à s'opposer au passage du courant.

Daniell — Elle contient une solution de sulfate de cuivre et une solution de sulfate de zinc séparées par une cloison poreuse. Dans le sulfate de cuivre trempe une lame de cuivre; dans le sulfate de zinc, trempe une lame de zinc. Cette disposition évite la polarisation. Sa tension est de 1 volt environ.

Leclanché — L'électrode positive est constituée par un crayon de charbon aggloméré placé au centre d'un vase rempli de coke et de bi-oxyde de manganèse qui joue le rôle de dépolarisant, en oxydant l'hydrogène dégagé. L'électrode négative est un crayon de zinc. Le tout baigne dans une solution de chlorure d'ammonium. La tension de cette pile est de 1,45 volt.

Piles sèches — Ce sont des éléments Leclanché à liquide immobilisé. Le chlorure d'ammonium est mélangé à un stabilisant. Un tube de zinc sert d'électrode négative.

721 — Les accumulateurs

L'accumulateur fut inventé par Planté (1860) et perfectionné ensuite par Faure en 1880. Il ne crée pas d'électricité, mais l'énergie électrique qu'on lui transmet pendant la *charge* se transforme en énergie chimique. Celle-ci se transforme à nouveau en énergie électrique *pendant la décharge.*

L'appareil emmagasine une certaine quantité d'électricité pendant la charge et la restitue pendant la décharge, d'où son nom d'accumulateur.

722 — Charge des accumulateurs

Un accumulateur est constitué par deux séries de plaques de plomb baignant dans l'acide sulfurique étendu. Chacune des séries de plaques ou électrodes constitue l'un des pôles négatif et positif.

Pour la charge, on branche l'accumulateur sur une source de courant continu.

Par suite de l'électrolyse qui en résulte, il y a modification d'aspect des électrodes, ce qui correspond à une modification chimique : la positive devient brune et la négative grise.

Voici les réactions chimiques qui provoquent cette transformation :

L'électrolyse SO^4H^2 est décomposé en « ions » SO^4 et H^2. Au passage du courant l'ion positif H^2 se porte sur le pôle négatif en transformant le plomb en plomb hydrogéné de couleur grise. L'ion négatif SO^4, en se portant sur le pôle positif, se combine à l'eau de l'électrolyte pour reformer de l'acide sulfurique avec dégagement d'oxygène

$$SO^4 + H^2O = SO^4H^2 + O.$$

Ce dégagement d'oxygène forme, avec le plomb, le peroxyde de plomb Pb O^2 de couleur brune.

Lorsque toute la matière des électrodes est ainsi transformée, l'oxygène et l'hydrogène, désormais en excédent, se dégagent abondamment aux électrodes : c'est l'indice que la charge est terminée.

723 — Décharge des accumulateurs

Si l'on coupe l'accumulateur de la source d'énergie électrique et qu'on le branche sur un récepteur de courant (lampe, cuve d'électrolyse, etc...), il restitue, à un coefficient de rendement près, l'électricité accumulée pendant la charge.

Pendant la décharge, l'accumulateur fonctionne comme une pile. Il transforme l'énergie chimique en énergie électrique. Il constitue ce que l'on peut appeler une pile réversible.

Au cours de la décharge, les électrodes ou plaques reviennent peu à peu à leur état initial, car le courant circule en sens inverse de la charge ce qui a pour effet de changer également le sens des réactions.

724 — Capacité des accumulateurs

La différence de potentiel d'un accumulateur au *plomb*, mesurée immédiatement après la charge, est toujours, quelles que soient les dimensions des éléments, très voisine de 2 volts.

La quantité d'électricité emmagasinée par un accumulateur est fonction de la surface et donc du poids de ses électrodes. Cette capacité varie, suivant les formats, de quelques ampères-heure, à plusieurs centaines d'ampères-heure.

La capacité d'un accumulateur se mesure en ampères-heure, on dit par exemple, 50 ampères-heure. L'utilisation normale de cet accu est prévue pour une décharge en 10 heures au régime de 5 ampères. On pourrait également le décharger en 5 heures à raison d'environ 10 ampères. Mais cette décharge trop rapide amènerait un échauffement, donc un allongement des plaques qui les désagrégerait.

La décharge ne doit donc pas se faire sous une intensité de courant supérieure au 1/10e de sa capacité.

Par contre, on pourra décharger ce même accumulateur à raison de 1 ampère pendant plus de 50 heures sans préjudice pour les plaques.

725 — Groupage des piles ou des accumulateurs

On groupe les accus pour obtenir des batteries qui donnent des tensions ou des capacités déterminées. Le montage peut se faire de trois manières suivant le résultat recherché (fig. 99) :

725 *a* — **Montage en série**

On relie le pôle positif du premier élément au pôle négatif du second et ainsi de suite jusqu'au dernier. Il nous reste en définitive un pôle positif et un pôle négatif qui constituent les pôles de la batterie.

La capacité de cette batterie reste celle d'un seul élément mais les tensions s'ajoutent. Exemple : une batterie formée de 14 éléments de 50 ampères-heure montés en série donne 50 ampères-heure sous 28 volts (2 volts × 14 éléments).

725 *b* — **Montage en parallèle**

On relie tous les pôles positifs ensemble, les pôles négatifs également pour former les deux pôles de la batterie. Une batterie de 14 éléments de 50 ampères-heure donne 700 ampères-heure

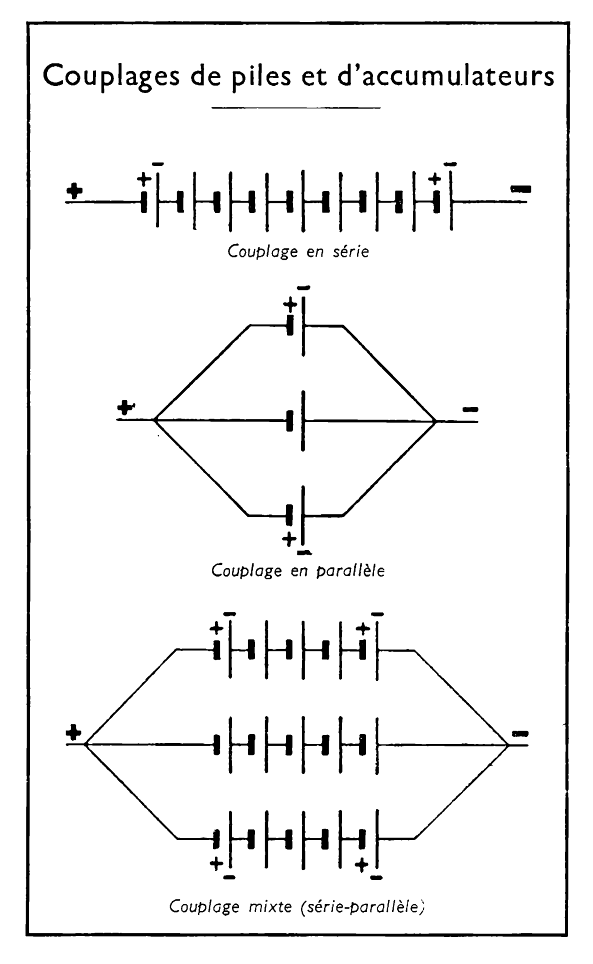


Fig. 99. — Couplages de piles et d'accumulateurs.

(50 A-h × 14) sous une tension de 2 volts. *La tension reste celle d'un seul élément mais les capacités s'ajoutent.*

725 *c* — **Montage mixte**

On réunit des éléments en parallèles pour former des groupes et ces groupes sont à leur tour reliés en série. La batterie de 14 éléments de 50 ampères peut par exemple donner lieu aux combinaisons suivantes :

1° Deux groupes de 7 éléments montés en parallèle et ces deux groupes montés en série. Cela donnera une batterie de 50×7 = 350 ampères-heure sous une tension de 4 volts (2 V×2).

2° Deux groupes de 7 éléments montés en série et ces deux groupes reliés en parallèle : la batterie aura une capacité de 100 A-h (50 × 2) sous une tension de 14 volts (2 V × 7).

On voit que suivant la disposition des éléments dans le groupage mixte, on multiplie à la fois les tensions et les capacités.

726 — Formation des accumulateurs

La capacité d'un accumulateur dépend de la quantité de matière *active* contenue dans les électrodes.

Au début, Planté transformait les plaques en plomb en matière active par une série de charges et de décharges. Ces procédés étaient trop lents et Faure préféra fabriquer directement les plaques en matière active. Un support quadrillé en plomb antimonié maintient dans ses cavités une pâte d'oxyde de plomb (minium et litharge malaxés avec une solution d'acide sulfurique).

L'accumulateur au plomb est le type le plus courant. D'une part, il emmagasine une plus grande énergie électrique pour un volume déterminé; d'autre part, à la décharge c'est cet accumulateur qui conserve le plus longtemps une tension presque constante.

727 — Autres modèles d'accumulateurs

L'accumulateur ferro-nickel est d'un emploi courant; il est constitué par des plaques d'oxyde de fer (négatives) et d'oxyde

de nickel (positives). L'électrolyte est une solution de potasse à 20° B; sa force électro-motrice est égale à 1,4 volt.

Il existe encore des accumulateurs cadmium-nickel, plomb-zinc et charbon-zinc, mais l'accumulateur au plomb est le seul employé en galvanotypie. Tandis que celui d'Edison (fer, potasse, nickel) est souvent utilisé pour des batteries de démarrage des moteurs à explosion.

728 — Emploi et entretien des accumulateurs au plomb

La batterie des accumulateurs rend de précieux services aux galvanotypeurs pendant les arrêts de la dynamo et surtout pour les électrolyses de nuit. En général, pendant la journée, la dynamo charge la batterie et alimente les bains tandis que la nuit les accumulateurs débitent sur les cuves d'électrolyse, permettant ainsi un travail continu.

Le redresseur de courant supplantant peu à peu les générateurs tournants dans la galvanotypie et ces appareils travaillant sans surveillance, le rôle des accus se restreint tous les jours.

Il est recommandé de ne jamais *charger* ou *décharger* un accumulateur *au plomb* à une intensité supérieure au 1/10e de sa capacité.

— Le niveau de l'électrolyte doit être supérieur de 1 cm environ à celui des plaques. Le plein doit être fait à l'*eau distillée* ou à l'*eau de pluie.*

— La densité de l'électrolyte doit être de 24° B, batterie chargée. Pour effectuer un remplissage, préparer l'eau acidulée avant de faire le plein; ne jamais verser l'acide sulfurique pur dans les accumulateurs.

— Lorsque les plaques sont sulfatées, c'est-à-dire recouvertes d'une couche blanche de sulfate de plomb, vidanger l'accumulateur, nettoyer les plaques, et remettre les accus en état de marche. La sulfatation provient en général des charges ou décharges trop poussées, à régime trop élevé.

Lorsque la batterie doit rester au repos pendant une longue période, il est préférable de remplacer l'eau acidulée par de l'eau distillée pure et de refaire le plein normal au moment de l'utilisation de la batterie. Celle-ci doit être à l'abri de l'humidité, et les bornes-pôles maintenues au propre. On peut les enduire de vaseline pour les protéger contre l'action corrosive des émanations d'acide sulfurique.

729 — Dynamos

Définition

On appelle dynamos des générateurs tournants qui transforment l'énergie mécanique en énergie électrique. On désigne plus spécialement sous le nom de dynamos les machines produisant du courant continu, celles qui produisent du courant alternatif sont appelées alternateurs.

Gramme (1826-1901), électricien belge inventa et construisit en 1872 la première dynamo industrielle.

Le fonctionnement d'une dynamo est basé sur des phénomènes d'induction électromagnétique dont l'étude dépasse le cadre de ce manuel.

Une dynamo comprend essentiellement :

a) Un « inducteur », électro-aimant chargé de créer autour de l'induit un champ magnétique puissant;

b) Un « induit », fer doux sur lequel sont fixées des bobines de fil de cuivre qui tourne entre les pôles de l'inducteur.

c) Un « collecteur », cylindre isolant portant à sa surface des lames de cuivre reliées aux spires de l'induit et isolées entre elles. Le collecteur est solidaire de l'enduit et tourne avec lui.

d) Des « balais », pièces de charbon conducteur s'appuyant sur les lames diamétralement opposées du collecteur. Les balais réceptionnent le courant produit et sont reliés au circuit d'utilisation.

Les inducteurs sont parcourus par un courant, soit prélevé aux bornes de la dynamo elle-même (excitation shunt); soit provenant d'une source indépendante (excitation séparée).

Le plus souvent cette source indépendante est une petite dynamo à excitation shunt dite excitatrice calée directement sur l'arbre de la dynamo principale et tournant avec elle.

En faisant varier l'intensité du courant d'excitation, on crée dans les inducteurs un flux magnétique plus ou moins puissant. Celui-ci engendre à son tour un courant plus ou moins intense aux bornes de la dynamo.

Les dynamos sont reversibles, c'est-à-dire que si l'on relie les balais à une source de courant continu, l'induit se mettra à tourner et la machine pourra fonctionner comme « moteur ».

730 — Groupes convertisseurs

Le courant désservant les ateliers est généralement alternatif et a une tension comprise entre 110 et 220 volts; il est donc,

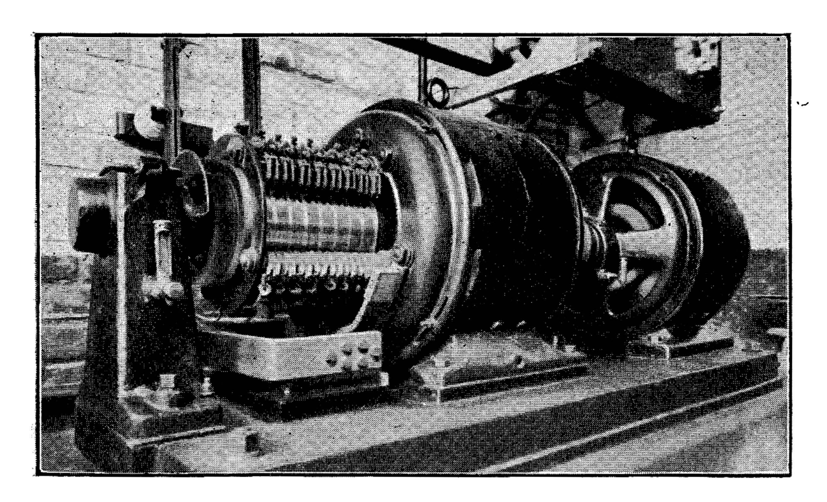


Fig. 100. — Groupe convertisseur.

comme nous l'avons vu précédemment inutilisable pour les opérations d'électrolyse.

L'alimentation des cuves se fera par conséquent au moyen d'une ou de plusieurs dynamos produisant du courant continu sous une tension de 6 à 10 volts.

Dans la pratique, la rotation de la dynamo est obtenue par accouplement (direct ou au moyen d'une courroie) avec un moteur électrique fonctionnant grâce au courant du secteur.

L'ensemble dynamo-moteur est appelé groupe convertisseur (fig. 100).

731 — Entretien des groupes convertisseurs

Ces machines assurent un service continu de très longue durée; il faudra soigner particulièrement le graissage des paliers en utilisant une huile de bonne qualité.

En cas de « crachements » et d'étincelles aux balais, nettoyer le collecteur au papier de verre fin et vérifier l'état des balais qu'il faudra changer en cas d'usure. Si les étincelles persistent malgré ces précautions, on aura recours à un électricien.

Il est préférable d'isoler les groupes convertisseurs des salles d'électrolyse, afin d'éviter leur détérioration par les émanations des bains et les poussières.

L'emploi des redresseurs de courant entraîne la disparition progressive des groupes convertisseurs de nos ateliers d'électrolyse.

732 — Redresseurs de courant

Les redresseurs sont des appareils statiques permettant l'utilisation directe, pour l'alimentation des cuves d'électrolyse, du courant alternatif desservant les ateliers.

On peut les comparer à des soupapes qui, interposées dans un circuit alternatif, s'opposeraient au passage du courant dans un sens. Ils produisent un courant « redressé » comparable au courant continu.

Il y a différents types de redresseurs mais dans nos ateliers de galvanotypie et pour les dépôts électrochimiques en général, on utilise plus particulièrement les redresseurs métalliques au sélénium ou à l'oxy-cuivre.

Dans les premiers, les cellules redresseuses sont constituées par des plaques de sélénium.

Dans les seconds, elles sont formées de couples oxyde de cuivre-cuivre qui présentent la même particularité que le sélénium.

Les éléments (sélénium ou oxy-cuivre) sont couplés en série et parallèle suivant la tension et l'intensité d'utilisation recherchées. Ils sont alimentés à une tension légèrement supérieure à celle d'utilisation par un transformateur-abaisseur adjoint au redresseur et connecté sur le secteur alternatif.

Cellules redresseuses et transformateur-abaisseur sont placés dans une armoire métallique de faible encombrement. Des appareils de contrôle et de réglage (ampèremètre, voltmètre et commutateurs) complètent l'ensemble.

733 — Avantages des redresseurs statiques

Ces appareils ne nécessitent pour ainsi dire aucune surveillance ni aucun entretien. Ceci veut dire qu'en galvanotypie on peut laisser les bains fonctionner sous un régime normal aussi bien de nuit que pendant les absences du personnel de jour.

C'est donc un gros avantage sur les groupes convertisseurs qu'il serait imprudent de laisser tourner dans ces conditions.

L'utilisation d'un redresseur comporte néanmoins certaines précautions que l'on ne devra pas négliger.

Il devra être placé dans un local isolé des bains d'électrolyse et pourvu d'une bonne ventilation naturelle ou artificielle, la température ambiante ne devant pas dépasser 35° C.

L'utilisateur devra également veiller à ce que l'intensité maximum prévue par le constructeur ne soit pas dépassée. Les appareils sont d'ailleurs garantis contre les surcharges prolongées par des fusibles ou mieux par des disjoncteurs.

Lorsque le redresseur est resté au repos pendant une longue période (plusieurs mois), il faut, à la remise en marche l'amener progressivement à la tension d'utilisation. Cette opération s'effectuera à vide, c'est-à-dire le circuit d'utilisation non branché, et d'autant plus lentement que la période de repos a été plus longue.

Si, pendant cette remise en route, on constatait un échauffement exagéré des éléments redresseurs (plus de 70° C), il serait préférable d'arrêter l'appareil et de le faire vérifier.

En résumé, les redresseurs métalliques par leur simplicité, leur régularité et leur durée de fonctionnement, sous une surveillance et un entretien réduits au minimum, présentent de tels avantages qu'ils supplantent rapidement les groupes convertisseurs dans les applications du courant continu.

Un redresseur peut supporter pendant un temps très court une très grosse surcharge (de l'ordre de 5 à 6 fois) alors qu'une surcharge prolongée de 10 % peut lui être néfaste.

La dynamo au contraire ne supporte pas de gros à-coups (non-supérieurs à 30 %), mais par contre peut fonctionner assez longtemps sans dommage notable sous une surcharge de 10 %.

CHAPITRE XV

ÉLECTROLYSE

741 — Définition de l'électrolyse

L'électrolyse est un phénomène de décomposition chimique provoqué par le passage du courant électrique dans une solution conductrice.

Le liquide conducteur est nommé « électrolyte », les conducteurs amenant le courant sont les « électrodes ».

L'électrode positive est « l'anode »; la négative prend le nom de « cathode ».

742 — Principe de l'électrolyse

Il est indispensable, si l'on veut bien comprendre le phénomène, de se remettre rapidement en mémoire la théorie des ions et les lois de l'électrolyse établies par le physicien anglais Faraday.

On connaît l'expérience de la décomposition de l'eau. Dans une éprouvette remplie d'eau rendue conductrice de l'électricité par addition d'acide sulfurique, on plonge deux fils de plomb en évitant de les faire entrer en contact. Chacun de ces fils est relié aux pôles d'une source d'électricité à courant continu (pile par exemple).

Observons ce qui se passe. Des bulles gazeuses apparaîtront sur chacun des fils. Au bout de quelques instants, on les verra se dégager. On remarquera en même temps qu'autour du fil relié au pôle négatif de la pile, les bulles se dégagent en nombre bien plus grand que sur l'autre fil. Si l'on recueille ces gaz en renversant

au-dessus de chacun des fils une éprouvette pleine d'eau, on verra que le gaz qui se dégage au-dessus du fil relié au pôle négatif de la pile s'enflamme comme du gaz d'éclairage : c'est l'*hydrogène*. L'autre gaz qui se dégage en quantité deux fois moindre autour du fil relié au pôle positif de la pile, rallume une allumette prête à s'éteindre, c'est l'*oxygène*.

Si l'on pouvait continuer l'expérience assez longtemps on verrait le niveau de l'eau diminuer peu à peu, parce que le passage du courant l'a décomposée en ses deux éléments : l'hydrogène et l'oxygène. Nous venons de constater qu'un courant électrique a la propriété de dissocier une solution. On dit qu'il y a eu électrolyse de l'eau et c'est là toute la base de l'électrochimie.

743 — Dissociation d'une solution de sulfate de cuivre

Prenons un sel bien connu : le sulfate de cuivre, dont les gros cristaux bleus sont obtenus par action de l'acide sulfurique sur le cuivre. Dissolvons-le dans l'eau. Soumettons cette solution au passage du courant électrique comme pour l'électrolyse de l'eau. Nous pouvons alors constater que l'une des électrodes, celle qui était en relation avec le pôle négatif de la pile se couvre de cuivre rouge.

Ainsi donc le courant électrique a détruit l'édifice chimique que constitue le « sulfate de cuivre » et a entraîné le cuivre vers le pôle négatif contre lequel il l'a appliqué.

744 — Théorie des ions

Avant d'aborder les lois de l'électrolyse, rappelons l'hypothèse du physicien suédois Arrhénius, suivant laquelle les molécules d'un sel dissous sont, par l'effet de cette dissolution, fractionnées en deux parties électrisées de signe contraire appelés *ions*. Il y a donc dans la solution d'un sel des *ions positifs* et des *ions négatifs*.

Quand on fait passer un courant électrique dans une solution, les ions positifs se dirigent vers le pôle négatif ou électrode négative, les ions négatifs vers l'électrode positive, en vertu de

cette règle bien connue : les corps chargés d'électricité de noms contraires s'attirent et les corps chargés d'électricité de même nom se repoussent.

Retenons donc ceci : quand on plonge dans un électrolyte deux électrodes à des tensions différentes, les ions obéissent au champ électrique qui s'est établi entre ces deux électrodes. Les ions négatifs, appelés *anions*, vont sur l'électrode positive et les ions positifs, appelés *cathions*, vont sur l'électrode négative. Par exemple, dans la solution de sulfate de cuivre SO^4Cu soumise au courant, l'ion cuivre (Cu) qui est positif, va se déposer sur le pôle négatif qui l'attire, tandis que l'ion négatif SO^4 au contraire se dirige vers le pôle positif. Si ce pôle est lui-même une plaque de cuivre celle-ci se dissout sous cette attaque pour reformer du sulfate de cuivre :

$$SO^4 + Cu = SO^4Cu.$$

Chaque ion se dirigeant vers une électrode contribuera à la propagation du courant. Ces ions sont les véhicules du courant à travers la solution.

Finalement, tout se passe comme si du cuivre était arraché de l'électrode positive ou anode en cuivre et *transporté* sur l'électrode négative ou cathode.

745 — Lois de Faraday

Les deux lois de Faraday s'énoncent ainsi :

1° Le poids du corps décomposé est *directement proportionnel à la quantité d'électricité* qui a traversé l'électrolyte.

2° Quand un même courant traverse successivement plusieurs composés liquides, les poids des métaux déposés sont *proportionnels à leurs équivalents électrochimiques* que l'on trouvera dans le tableau qui suit :

746 — Epaisseur des dépots électrochimiques (d'après Brochet)

	Densité	Poids atomique	Valence	Equivalent chimique $D = \frac{B}{C}$	Equivalent électrochimique $E = \frac{D}{26,8}$	A-h $F = \frac{A}{E}$	Microns $G = \frac{E}{A} \times 100$
Antimoine	6,7	120	3	40	1,49	4,50	22
Argent	10,5	108	1	108	4,03	2,60	38
Arsenic	5,7	75	3	25	0,93	6,12	16
Cadmium	8,6	112	2	56	2,09	4,10	24
Cobalt	8,5	59	2	29,5	1,10	7,73	13
Cuivre, composés cuivreux	8,9	63,5	1	63,5	2,34	3,80	26
Cuivre, composés cuivriques	»	»	2	31,8	1,17	7,60	13
Etain, composés stanneux	7,3	119	2	59,5	2,22	3,29	30
Etain, composés stanniques	»	»	4	29,7	1,11	6,58	15
Fer, composés ferreux	7,9	56	2	28	1,04	7,60	13
Fer, composés ferriques	»	»	3	18,7	0,70	11,30	9
Mercure	13,6	300	2	100	3,74	»	»
Nickel	8,9	59	2	29,5	1,10	8,08	12
Or, composés aureux	19,3	197	1	197	7,35	2,65	38
— — auriques	»	»	3	65,7	2,45	7,90	13
Platine	21,5	195	4	48,7	1,82	11,80	8
Plomb	11,3	207	2	103,5	3,86	2,92	34
Zinc	7	65,5	2	32,7	1,22	5,75	17
Laiton (67 Cu, 33 Zn)	7,8	65,5		»	»	4,00	25

F : Nombre d'ampères-heure nécessaires pour déposer sur une surface de 1 dm^2 une épaisseur de 1/10e de mm.

G : Nombre de microns (millième de millimètre) déposés par ampère-heure sur une surface de 1 dm^2.

747 — Anode soluble. Anode insoluble

Lorsqu'une anode est attaquée au cours de l'électrolyse, elle est dite *soluble*. Au contraire, une anode insoluble ne subit aucune modification.

Une anode soluble permet la régénération de l'électrolyte à condition qu'elle soit de même nature que le métal du sel dissous. Dans ce cas, la composition de l'électrolyte reste à peu près constante ou tout au moins n'évolue que très lentement.

Une anode insoluble provoque des réactions anodiques qui changent rapidement la composition de l'électrolyte. En galvanotypie, les anodes de plomb antimonié peuvent être considérées comme insolubles.

748 — Electrolyse de la soude avec anode insoluble (nickel)

La soude NaOH produit le cathion Na et l'anion OH. Na, en arrivant à la cathode réagit sur l'eau de l'électrolyte en donnant de la soude avec dégagement d'hydrogène. L'anion OH en arrivant sur l'anode inattaquable reproduit de l'eau avec dégagement d'oxygène :

à la cathode : $2Na + 2H^2O = 2NaOH + 2H$;
à l'anode : $2OH = H^2O + 0$.

Les seuls phénomènes visibles sont les dégagements gazeux d'oxygène à l'anode et d'hydrogène à la cathode. Le résultat de l'électrolyse est donc la décomposition pure et simple de l'eau H^2O en ses composants H et O.

749 — Electrolyse du sulfate de cuivre avec anode insoluble (plomb)

Le sulfate de cuivre SO^4Cu produit l'anion SO^4 et le cathion Cu. L'anion SO^4 ne pouvant attaquer l'anode réagit sur l'eau de la solution en donnant de l'acide sulfurique avec dégagement d'oxygène.

Le cathion Cu ne provoque aucune réaction cathodique; il se dépose simplement à l'état métallique sur la cathode (fig. 101) :

à l'anode : $SO^4 + H^2O = SO^4H^2 + O$;
à la cathode : dépôt de cuivre.

Par conséquent, la composition de l'électrolyte évolue rapidement; le sulfate de cuivre disparaît pour faire place à une solution aqueuse d'acide sulfurique.

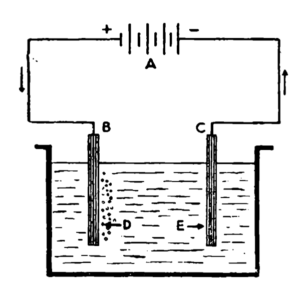


Fig. 101. — Electrolyse du SO^4Cu avec anode de plomb.

A - Générateur
B - Anode de plomb
C - Cathode (moule à cuivrer)
D - Production d'acide sulfurique avec dégagement d'oxygène
E - Dépôt de cuivre

750 — Electrolyse du sulfate de cuivre avec anode soluble (en cuivre)

Le cathion Cu se dépose toujours à la cathode, mais l'anion SO^4 attaque l'anode en cuivre pour reformer du sulfate de cuivre.

à l'anode : $SO^4 + Cu = SO^4\,Cu$;
à la cathode : dépôt de cuivre.

L'électrolyte est régénéré et sa composition reste théoriquement immuable. Pratiquement la dissolution de l'anode est légè-

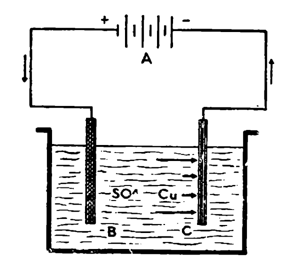


Fig. 102. — Electrolyse du SO^4Cu avec anode de cuivre.

A - Générateur
B - Anode de cuivre
C - Cathode (moule à cuivrer)

rement plus importante que le dépôt à la cathode. La teneur en sulfate de cuivre augmente donc lentement, et celle de l'acide sulfurique diminue d'autant (fig. 102).

751 — Qualités et structure des dépots électrolytiques

Tous les dépôts obtenus par électrolyse ont une structure cristalline.

Les premiers germes cristallins formés se développent tandis que se produit la formation de nouveaux germes. La texture du dépôt prend peu à peu une apparence uniforme et son épaisseur s'accroît.

Beaucoup de facteurs interviennent dans la qualité d'un dépôt électrolytique et particulièrement : la densité du courant, l'agitation de l'électrolyte, la température, la concentration saline, l'acidité et l'influence des agents d'addition.

752 — Densité du courant

Si l'on augmente la densité du courant on obtient des dépôts de structure de plus en plus fine. Mais si l'on dépasse le maximum de densité admissible, le dépôt prend une apparence spongieuse : on dit qu'il est « brûlé ». On est conduit necéssairement à travailler avec la plus forte densité de courant si l'on veut augmenter la productivité d'une installation.

Ne pas oublier qu'un courant de densité élevée nécessite une tension aux bornes (voltage) également plus élevée, ce qui se traduit par une consommation d'énergie plus importante.

753 — Agitation de l'électrolyte

L'agitation favorise les échanges entre la pellicule liquide cathodique et le restant de la solution, ce qui évite l'appauvrissement de la concentration saline au voisinage de la cathode.

D'autre part, l'agitation des électrolytes permet d'augmenter sensiblement la densité de courant sans risque de brûlage des dépôts.

Par passage du courant, le bain s'appauvrit en ions métalliques autour de la cathode et s'enrichit au contraire autour de l'anode. Il en résulte des irrégularités de fonctionnement du bain. Ceci explique la nécessité de l'agitation qui évite en même temps la décantation. On peut reprocher à l'agitation la mise en suspension dans le bain, des boues qui se forment au fond des cuves. Cet inconvénient négligeable pour les bains de cuivre est grave pour les bains de nickel, et surtout pour les dépôts épais. Dans certains cas, l'agitation du bain par air comprimé peut provoquer une évolution de la composition du bain, par oxydation sous l'influence de l'oxygène de l'air. Les bains de cuivrage n'ont pas à redouter cet inconvénient.

754 — Température de l'électrolyte

Un électrolyte est plus conducteur à chaud qu'à froid; l'élévation de température accroît donc la densité de courant admissible sans risque de brûlage. Mais ce chauffage doit être limité sous peine de provoquer des perturbations sensibles dans la composition du bain par évaporation rapide de l'eau ou autres réactions. Une température de 40° C semble la limite de chauffage des cuves d'électrolyse.

Il faut tenir également compte de la nature du moule (cire, celluloïd), et abaisser au besoin la température ci-dessus jusqu'à 18° à 25° C, pour éviter la déformation du moule.

755 — Concentration saline

Une solution concentrée est plus conductrice qu'une solution plus diluée. Il est préférable, par conséquent, de concentrer au maximum la solution.

Mais dans cette concentration, d'autres facteurs interviennent et il est souvent nécessaire de diminuer la concentration de l'électrolyte en sel métallique au profit des acides ou sels conducteurs.

En résumé, pour avoir un dépôt de bonne qualité, les bains de galvanotypie doivent avoir les qualités suivantes : bonne conductivité, bonne concentration en sels métalliques et éventuellement en agent d'addition, simplicité de formule et bonne stabilité. Il faut des bains faciles à préparer, à corriger et d'évolution lente.

CHAPITRE XVI

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES DE CHIMIE

801 — Phénomène

Ce terme revient très souvent dans les traités de sciences. *Tout fait que l'on peut étudier et observer est appelé* « *phénomène* ».

Il y a par exemple les *phénomènes physiques* qui relèvent de la physique et les *phénomènes chimiques* qui appartiennent à la chimie.

802 — Chimie et physique

En ce qui concerne les phénomènes que nous aurons à envisager communément dans les métiers graphiques, on peut admettre que la chimie et la physique sont deux sciences nettement distinctes. Il y a cependant tout un ordre de phénomènes dit *physico-chimiques* qui appartiennent à la fois aux deux domaines.

Nous n'aurons pas à les étudier ici et nous continuerons à faire à titre de simplification la différence généralement admise entre ces deux sciences.

803 — Phénomènes physiques. Phénomènes chimiques

Supposons que nous mélangions 56 g de limaille de fer à 32 g de fleur de soufre. Nous aurons beau rendre plus intime le mélange en prolongeant le brassage aussi longtemps que nous le désirons, le mélange n'aura aucunement modifié la nature de la limaille de fer et de la fleur de soufre.

Et on pourra, à l'aide d'un aimant, extraire toute la limaille du mélange, après quoi nous la retrouverons exactement semblable à ce qu'elle était auparavant, ainsi d'ailleurs que le soufre.

Reprenons la limaille et soufre et chauffons le mélange. On constate qu'il se dégage une très forte chaleur après quoi il n'y a plus ni limaille ni soufre.. Il y a un *nouveau corps*, appelé *sulfure de fer* qui est à tout point de vue différent des deux premiers. On dit qu'il y a eu *combinaison chimique*, et il est impossible par des moyens simples de séparer le fer et le soufre contenus dans le sulfure de fer.

Voilà donc la différence entre phénomène physique et phénomène chimique.

En physique il n'y a pas d'altération des éléments d'origine. En chimie, il y a au contraire une transformation, que nous venons d'appeler combinaison *avec apparition de corps nouveaux.*

Voici un autre exemple :

Quand le courant électrique passe dans une ampoule et la chauffe au blanc en créant de la lumière, il y a *phénomène physique*. Mais quand le courant passe dans une cuve de galvanotypie et décompose le bain, il y a *phénomène chimique*.

Dans le premier cas, quand on a tourné l'interrupteur et que le courant ne passe plus, le filament de l'ampoule revient exactement comme avant son allumage.

Dans le deuxième cas, par le passage du courant, il y a eu décomposition chimique du bain. Il naît un élément nouveau, le métal qui se dépose à la cathode en même temps que la constitution du bain a changé.

La fusion d'un alliage pris à l'état solide est un phénomène physique, car si on le laisse refroidir, on retrouve l'alliage exactement comme il était avant la fusion.

Au contraire la morsure du cuivre par l'acide chlorhydrique est un phénomène chimique car le métal mordu disparaît et il se crée un nouveau corps le chlorure de cuivre soluble dans l'eau, et qui est entraîné par la solution de morsure.

804 — CHIMIE

La chimie comprenait jusque dans ces dernières années deux parties seulement : une première — la seule qui nous intéresse

ici — est la « chimie minérale »; la seconde appelée « chimie organique » couvre un domaine illimité en perpétuel développement. C'est ainsi que les plastiques qui commencent à prendre un essor considérable dans nos métiers relèvent de ce domaine. Il est très complexe, nous ne pouvons nous y étendre ici.

Enfin une troisième partie est née il y a peu de temps; on pourrait l'appeler la « chimie atomique ». Ce qu'elle nous réserve, personne encore ne peut le prévoir. C'est très vraisemblablement une nouvelle ère qui commence. Il serait inutile d'en exposer même les principes, avant que des applications précises n'en aient été faites au domaine qui nous intéresse ici.

Nous allons donc nous limiter à la chimie minérale. Ici même les conceptions autrefois classiques ont été dépassées. Nous nous y conformerons cependant pour ne pas compliquer inutilement les exposés par des considérations trop souvent abstraites, et qui nécessitent déjà de très fortes connaissances chimiques.

805 — Corps simples et corps composés

On a vu qu'à partir du soufre et du fer, on fabriquait du sulfure de fer. Ce dernier est un *corps composé*. Par contre, le soufre et le fer, sont appelés *corps simples* car on ne peut pas les obtenir à partir d'autres corps.

Il a fallu de très longues recherches pour arriver à décomposer ce que l'on croyait être des corps simples. Par exemple, les alchimistes pensaient que l'air et l'eau étaient des corps simples.

Des savants sont arrivés à les analyser très exactement et à découvrir que l'air était un *mélange* d'azote et d'oxygène et l'eau une *combinaison* d'hydrogène et d'oxygène.

L'azote, l'hydrogène et l'oxygène sont des corps simples. L'eau est un corps composé. L'air n'est qu'un mélange de corps simples.

On est arrivé ainsi à restreindre considérablement le nombre des corps simples et actuellement leur liste ne comprend pas beaucoup plus de deux cents noms que l'on trouve catalogués dans la plupart des traités de chimie.

806 — Formules chimiques

En chimie au lieu d'écrire en toutes lettres les noms des corps, on les désigne par des formules abrégées qui donnent en même temps leur constitution, par exemple, l'acide sulfurique s'écrit SO^4H^2, l'eau H^2O, l'acide chlorhydrique HCl.

Dans l'acide sulfurique SO^4H^2, le soufre est désigné par la lettre « S », l'oxygène par « O », l'hydrogène par « H ».

Dans l'acide chlorhydrique HCl, « H » désigne toujours l'hydrogène, « Cl » le chlore.

L'hydrogène, le chlore qui ne peuvent se décomposer en d'autres éléments sont des corps simples.

Chacune des lettres représente ainsi généralement l'initiale du corps simple qu'elle désigne.

On ajoute cependant une deuxième lettre, par exemple Cl pour le chlore, quand il peut y avoir confusion avec un autre corps commençant par la même initiale. Par exemple les nombreux corps simples qui commencent par la lettre C sont ainsi désignés :

le carbone par C,
le chlore par Cl,
le chrome par Cr,
le cuivre par Cu, etc...

Cette abréviation est appelée *symbole* du corps simple.

En outre chacun des symboles est, dans une formule chimique affecté d'un chiffre. Par exemple l'acide sulfurique ne s'écrit pas SOH mais SO^4H^2. Nous allons maintenant expliquer cette notation.

807 — Poids atomiques

On a établi depuis longtemps qu'à chaque corps simple on pouvait attribuer un chiffre qui représente la proportion dans laquelle il se combine en poids avec les autres corps.

Par exemple, si nous prenons HCl l'acide chlorhydrique, le rapport des poids des deux composants est invariablement :

1 pour H,
35,5 pour Cl.

D'autre part, les combinaisons se font toujours en *multiples entiers* de ces chiffres.

Par exemple, l'hydrogène H dont le nombre représentatif est 1 ne se combine que par multiples entiers de 1, soit

$1 \times 1 = 1$
$2 \times 1 = 2$
$3 \times 1 = 3$
$4 \times 1 = 4$, etc...

De même le nombre représentatif de l'oxygène étant 16, on trouvera dans les formules des poids d'oxygène tels que :

$1 \times 16 = 16$
$2 \times 16 = 32$
$3 \times 16 = 48$
$4 \times 16 = 64$, etc...

Pour indiquer que l'oxygène entre dans une formule proportionnellement à 4×16, on écrit O^4.

Pour écrire que l'hydrogène y entre proportionnellement à 2×1 on écrit H^2.

Le soufre est représenté par le nombre 32. S'il entre proportionnellement à :

1×32 on écrira S
2×32 — S^2
3×32 — S^3, etc...

Remarquons que ces chiffres indiquent des *rapports* et que, suivant les cas, ils peuvent exprimer n'importe quelle unité de mesure de poids : gramme, kilogramme, tonne, etc...

Revenons à l'acide sulfurique SO^4H^2. Sa formule indique que les corps simples y entrent dans les proportions en poids suivantes :

S : $1 \times 32 = 32$
O^4 : $4 \times 16 = 64$
H^2 : $2 \times 1 = 2$
98

C'est-à-dire que si nous calculons par exemple en grammes : dans 98 g d'acide sulfurique (SO^4H^2) il entre :

32 grammes de soufre,
64 — d'oxygène,
2 — d'hydrogène,

dans 36 grammes 5 d'acide chlorhydrique (HCl) il entre :

1 g d'hydrogène,
35,5 g de chlore.

Les nombres proportionnels 16 pour l'oxygène, 1 pour l'hydrogène, s'appellent « poids atomiques ».

On trouve dans tous les traités de chimie les symboles de tous les corps simples. On y trouve en même temps leurs poids atomiques.

Nous en donnons ci-après un extrait pour les corps le plus généralement usités.

En partant de la formule du produit, on peut donc calculer le poids de chacun des corps simples qui y entrent en multipliant le poids atomique par l'exposant dont il est affecté.

Les travaux les plus récents effectués en chimie ont démontré que les règles ci-dessus, considérées autrefois comme absolues, devaient être quelque peu assouplies. On peut cependant ici continuer à les considérer sous le jour à dessein simplifié à l'extrême que nous venons d'exposer.

808 — Tableau des symboles et des poids atomiques des corps simples, courants dans les métiers graphiques

Aluminium (Al)	27
Antimoine (Sb)	120
Argent (Ag)	108
Azote (Az ou N)	14
Brome (Br)	80
Calcium (Ca)	40
Carbone (C)	12

Chlore (Cl)	35,5
Chrome (Cr)	52
Cuivre (Cu)	63,5
Fer (Fe)	56
Fluor (F)	19
Hydrogène (H)	1
Iode (I)	127
Manganèse (Mn)	55
Nickel (Ni)	59
Or (Au)	197
Oxygène (O)	16
Phosphore (P)	31
Plomb (Pb)	207
Potassium (K)	39
Sodium (Na)	23
Soufre (S)	32
Zinc (Zn)	65,5

809 — Equations chimiques

Les réactions chimiques s'écrivent sous la forme raccourcie d'équations, c'est-à-dire d'égalités comportant à gauche du signe = les corps qu'on a fait agir et à droite les nouveaux corps qui en résultent.

Par exemple, faisons réagir l'acide chlorhydrique HCl sur la soude NaOH. On obtient du chlorure de sodium NaCl et de l'eau H^2O. Cela s'écrit :

$$HCl + NaOH = NaCl + H^2O.$$

Si l'on fait la somme de tous les H de gauche, un dans HCl, un autre dans NaOH, c'est-à-dire 2, elle doit égaler celle de droite qui est, en effet 2 (dans H^2O).

De même on retrouve 1 Cl à gauche et 1 Cl à droite.

1 O à gauche et 1 O à droite;

1 Na à gauche et 1 Na à droite.

Dans toute équation chimique, on doit ainsi retrouver de part et d'autre du signe égal le même total d'exposants pour chacun des corps simples.

On ne marque pas l'exposant quand il est 1. Il ne faut cependant pas oublier de le faire entrer dans le calcul précédent.

Quelquefois la formule est plus compliquée; par exemple celle de la réaction de l'acide nitrique sur le carbonate de calcium CO^3Ca.

$$2NO^3H + CO^3Ca = (N\,O^3)^2Ca + CO^2H^2O.$$

En effet, si l'on regarde la formule de cette réaction, on constate qu'il a fallu y faire entrer deux fois l'acide nitrique, ce qu'on exprime en mettant le coefficient 2 devant NO^3H. C'est exactement la même chose que si l'on avait écrit $N^2O^6H^2$.

Pour retrouver l'égalité des exposants, il ne faut donc pas oublier de multiplier les coefficients des divers corps simples de l'acide nitrique par le coefficient qui se trouve devant.

On doit également à droite écrire le nitrate de calcium $(NO^3)^2Ca$.

L'exposant qui porte sur toute parenthèse, c'est-à-dire, sur N et sur O, revient à écrire : N^2O^6Ca.

Ces calculs effectués, la formule s'écrirait :

$$N^2O^6H^2 + CO^3Ca = N^2O^6Ca + CO^2H^2O.$$

On vérifiera encore ici qu'il y a le même nombre de O de chaque côté soit :

$6 + 3 = 6 + 2 + 1$

le même nombre de H soit $2 = 2$, etc...

Si l'on veut bien se rappeler qu'à chaque symbole correspond la masse atomique, il est évident que l'on doit retrouver de chaque côté de l'égalité le même poids pour chacun des corps simples.

Ceci permet de calculer les quantités de produits qu'il faut faire entrer en réaction pour obtenir un poids déterminé du produit que l'on désire fabriquer pour une combinaison chimique.

810 — MÉTAUX. MÉTALLOIDES

Toute la chimie minérale concerne les combinaisons de ces deux grandes familles de corps simples, les *métalloïdes* et les *métaux*.

Comment les distingue-t-on ?

Les métalloïdes en combinaison avec l'hydrogène et souvent en outre l'oxygène donnent des *acides*.

Les métaux en combinaison avec l'hydrogène et l'oxygène donnent des *bases*.

C'est toute la différence mais elle est considérable car ces deux corps, les acides et les bases, ont des propriétés nettement différentes sinon opposées.

Citons parmi les métalloïdes qui nous intéressent directement le chlore, le soufre, l'azote, le carbone, l'hydrogène et l'oxygène ; parmi les métaux : le cuivre, le zinc, le plomb, l'étain, l'antimoine, le fer, l'argent.

811 — ACIDES

Par exemple le chlore qui est un métalloïde donne avec l'hydrogène de l'*acide chlorhydrique*.

Le soufre, autre métalloïde, donne avec l'hydrogène seul *l'acide sulfhydrique*, mais en ajoutant de l'oxygène il donne de *l'acide sulfurique*, l'azote de l'*acide nitrique*, le carbone de l'*acide carbonique*. Chacun sait ce qu'est l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique. On sait aussi que ces deux liquides sont extrêmement corrosifs et qu'il faut prendre des précautions spéciales pour les manipuler sans risque.

Mais il existe d'autres acides beaucoup moins violents. Par exemple, l'acide borique est utilisé en pharmacie pour laver les yeux des malades. L'acide acétique entre dans l'alimentation sous forme de vinaigre.

De même on peut boire sans danger de l'acide citrique. L'eau de seltz très agréable à boire, contient de l'acide carbonique.

Il y a donc des acides plus ou moins violents. On dit en chimie plus ou moins forts. L'acide sulfurique est un acide très fort. Par contre, l'acide borique est un acide très faible.

On verra plus loin comment on mesure la force d'un acide.

812 — Sels

Malgré cette différence de degré dans l'action, les acides ont une propriété commune, c'est de produire un sel quand ils sont mis au contact d'un métal. C'est ainsi que l'acide sulfurique donne avec le fer du sulfate de fer; avec du cuivre du sulfate de cuivre; avec du sodium du sulfate de sodium; avec du potassium du sulfate de potassium.

Le sel, c'est donc le résultat de l'action d'un acide sur un métal.

Cette action peut être totale. Par exemple l'acide chlorhydrique agissant sur le sodium donne le chlorure de sodium ou sel de cuisine. On dit que l'acide a été *complètement neutralisé* par l'action du métal.

De même l'acide carbonique est complètement neutralisé par le sodium. On a du carbonate de sodium, sel complètement neutre, c'est-à-dire qui n'a plus aucun caractère acide.

813 — Sels acides

Mais il peut arriver aussi qu'un même acide ait la propriété d'attaquer plus ou moins un métal, de « se saturer » plus ou moins de ce métal pour former plusieurs sels dont les moins saturés peuvent être encore considérés comme acides. C'est par exemple le cas de l'acide phosphorique qui avec le sodium donne trois sels.

1° Le phosphate monosodique qui est un sel encore faiblement acide;

2° Le phosphate disodique qui est un sel encore très faiblement acide;

3° Le phosphate trisodique qui n'est plus du tout acide.

Il s'ensuit que les deux premiers sels peuvent être considérés comme des acides, le premier étant faible, le second très faible.

D'où l'emploi de certains sels en remplacement de l'acide correspondant quand on recherche une action très douce.

814 — Action d'un acide sur un sel

Un acide fort attaque le sel d'un acide moins fort.

Par exemple l'acide nitrique attaque le carbonate de calcium (sel produit par l'action de l'acide carbonique sur le calcium), pour produire du nitrate de calcium. C'est ce qui se produit par exemple quand on fait agir l'acide nitrique sur la pierre calcaire qui est du carbonate de calcium (sel de l'acide carbonique qui est faible).

815 — Oxydes

Presque tous les métaux au contact de l'air humide s'oxydent, c'est-à-dire qu'ils forment avec l'oxygène de l'air un sel qui vient recouvrir complètement le métal d'une pellicule plus ou moins épaisse.

A noter que cette oxydation commence très rapidement à partir du moment où le métal a été mis à nu. Le zinc par exemple commence à s'oxyder au bout de quelques minutes. L'oxydation du début n'est pas visible à l'œil. Mais si elle se prolonge, on en constate le plus souvent les effets par un changement de couleur. Le zinc, l'aluminium blanchissent, le plomb ternit, le cuivre verdit (vert-de-gris), le fer rouille, l'argent noircit. Seul parmi les métaux l'or ne subit pas d'oxydation. D'où sa qualité de métal précieux.

Quand on veut faire une soudure par exemple, il faut que la surface du métal à souder soit parfaitement nette, sans quoi l'étain n'y adhérerait pas. On détruit l'oxyde en l'attaquant par un décapant acide (stéarine ou acide stéarique) qui met parfaitement à nu le métal et permet la soudure.

816 — Mesure de la concentration des solutions
Degrés baumé

Donnons ici quelques notions indispensables pour comprendre exactement ce que l'on appelle concentration d'une solution.

On sait que la densité de l'eau est 1, ce qui veut dire que le litre d'eau pèse 1 kg.

Si l'on ajoute de plus en plus d'eau à un produit quelconque par exemple un acide, la densité de la solution varie en se rapprochant naturellement de celle de l'eau, c'est-à-dire 1. Plus la solution est concentrée, plus elle se rapproche, évidemment, de la densité propre du corps dissout.

La densité d'une solution d'un produit déterminé est donc la mesure de sa concentration.

Prenons par exemple une solution d'acide chlorhydrique dans l'eau.

1 litre d'acide concentré contenant 40 % d'acide pur et 60 % d'eau pèse 1,200 kg c'est-à-dire que sa densité est 1,2.

A diverses concentrations, on a les densités suivantes :

Concentration	40 %,	densité	1,2
—	30 %,	—	1,15
—	20 %,	—	1,1
—	1 %,	—	1,005
Eau pure..........		—	1

On voit que la *densité diminue en même temps que la concentration.* Si l'on prenait une solution d'un corps plus léger que l'eau, un mélange d'alcool par exemple, on constaterait évidemment l'inverse. Plus la solution est concentrée, plus elle est légère et plus sa densité est faible, en se rapprochant de celle de l'alcool.

817 — Aréomètre

On peut mesurer la densité d'une solution avec un appareil appelé *aréomètre.* Il rappelle la forme d'un thermomètre. On le plonge dans le liquide et il s'enfonce jusqu'à une certaine division

de sa tige graduée. On utilise presque partout l'aréomètre Baumé qui est gradué en degrés. Et on dit qu'une solution mesure 20° Baumé quand l'aréomètre s'enfonce jusqu'à la division 20.

Le degré indiqué par l'aréomètre ne dépend nullement de la nature des liquides mélangés, mais seulement de la densité du mélange.

Par exemple, une solution à 30° B de n'importe quel produit a une densité de 1,2624 (voir tableau page 131), s'il s'agit d'une solution plus dense que l'eau.

Il existe deux types d'aréomètres : celui qui sert pour les liquides ou solutions plus lourds que l'eau et celui qui sert pour les liquides plus légers que l'eau.

818 — Concentration en pourcentage

Le grand défaut de l'aréomètre, c'est que la lecture du nombre de degrés Baumé ne donne pas d'indication immédiate sur la concentration, qui permette de refaire une pareille solution. Il faut consulter une table de correspondance. De là l'abandon de la mesure en degrés Baumé et l'indication de plus en plus répandue des *concentrations par pourcentage, en poids ou en volume.*

Par exemple, quand on dit : une solution à 10 % d'acide nitrique dans l'eau, on sait qu'elle est constituée par 10 cm^3 d'acide dans 100 cm^3 d'eau, ce qui fait un total de 110 cm^3 de solution.

Remarquer que le 10 % ne s'applique pas à la quantité totale de solution (110 cm^3), mais bien à la quantité d'eau (100 cm^3).

Par exemple, dans un litre d'une solution d'acide nitrique à 10 % il n'y a non pas 100 cm^3 d'acide, mais seulement 91 cm^3. Il est facile de la calculer comme suit :

Puisque la solution est à 10 % c'est que par 10 cm^3 d'acide, il y a 100 cm^3 d'eau, ce qui fait au total 110 cm^3;

Puisque dans 110 cm^3 de solution, il y a 10 cm^3 d'acide, dans un litre de solution, soit 1.000 cm^3 il y aura :

$$\frac{10 \times 1.000}{110} = 91 \text{ cm}^3 \text{ d'acide (par excès).}$$

Quand on connaît la quantité totale de la solution et le pourcentage du constituant qu'on appelle le *titre* de la solution, une simple règle de trois donne la quantité du constituant.

Notons encore que le titre peut être donné en poids ou en volume. Par exemple, une solution à 10 % d'acide nitrique contiendra, si elle est exprimée en poids, 10 g d'acide par 100 g d'eau ou en volume 10 cm^3 d'acide pour 100 cm^3 d'eau.

819 — Mesure chimique de l'acidité

L'analyse volumétrique qui consiste à mesurer l'acidité d'une solution en versant goutte à goutte une liqueur titrée de soude en présence d'un indicateur coloré jusqu'à obtention de la neutralité, permet de faire les constatations suivantes :

1° La neutralité est mal définie, elle semble varier suivant les indicateurs colorés employés et de plus le « virage » de ces indicateurs est difficile à observer, d'où une certaine imprécision dans les mesures.

2° Les chiffres obtenus tiennent uniquement compte de la concentration moléculaire en acide de la solution et non de la nature de cet acide.

C'est ainsi que deux solutions l'une d'acide acétique et l'autre d'acide sulfurique, ayant la même concentration moléculaire, donneront les mêmes mesures alors que leurs effets sur l'organisme ainsi que leur conductivité électrique seront totalement différents.

820 — Le pH : définition, mesure

Pour définir avec précision l'acidité ou l'alcalinité des solutions diluées on a été conduit vers 1909 à la notion de pH.

Le pH qui veut dire « potentiel hydrogène » est un nombre compris entre 0 et 14 qui caractérise l'acidité ou l'alcalinité *ionique* des solutions étendues.

L'eau pure qui n'est ni acide ni basique, on dit neutre, a par définition un pH : 7 et occupe le milieu de l'échelle.

Les bases ont un pH supérieur à 7, les acides un pH inférieur à 7.

On constate également que certains sels ont un pH supérieur à 7, ce sont ceux résultant de la combinaison d'un acide faible avec une base forte. Ex. : le carbonate de soude.

De même les sels provenant de l'action d'un acide fort avec une base faible auront un pH inférieur à 7. Ex. : le sulfate de cuivre.

Le pH des solutions acides ou basiques varie non seulement suivant la nature de l'acide ou de la base, mais également suivant leur concentration comme l'indique le tableau ci-dessous.

On remarque que le pH de l'acide chlorhydrique varie considérablement avec la dilution alors que celui de l'acide acétique change peu.

Le premier est un acide fort dont les molécules sont toutes dissociées en ions tandis que le second, acide faible, ne fournit que peu d'ions dont le nombre varie peu avec la concentration.

En galvanotypie la marche des bains de nickel est grandement influencée par des additions de quantités infimes d'acide ou de base.

Il suffit en effet d'ajouter 1 cm^3 d'acide sulfurique à 10 ou 20 litres d'électrolyte pour modifier complètement le compor-

Valeurs du pH de quelques solutions

Concentration des solutions en molécule-gramme par litre	Acide chlorhydr.	Acide acétique	Soude caustique	Ammoniaque
1 molécule-gramme	0,1	2,4	14	11,8
0,1 molécule-gramme.........	1,1	2,9	13	11,3
0,01 molécule-gramme........	2	3,4	12,1	10,8
0,001 molécule-gramme.......	3	3,9	11,1	10,3

tement du bain qui ne peut fonctionner convenablement que dans les limites extrêmement étroites.

On a donc souvent à se référer à la notion de pH et à employer les méthodes de mesure s'y rapportant.

821 — INDICATEURS COLORÉS

La méthode de mesure électrique, en raison du matériel complexe nécessaire, n'est employée que très exceptionnellement et l'on utilise la méthode colorimétrique qui, bien que moins précise, donne néanmoins de précieux renseignements. Il existe toute une gamme d'indicateurs colorés dont les points de virage ont été exactement notés et grâce auxquels on peut déterminer le pH des différentes solutions.

Le rouge de méthyle et le pourpre de bromocrésol sont utilisés dans le contrôle des bains de nickel.

Le méthylorange, le pourpre de bromocrésol, le tournesol et la phénolphtaléine sont souvent utilisés comme indicateurs dans les analyses volumétriques. Le tournesol, dont les intervalles de virage sont situés de part et d'autre de la neutralité, est souvent employé comme indicateur universel.

Indicateurs colorés Nom	Intervalle de virage en pH et couleur correspondante	
Bleu de thymol............	1,2 rouge...............	2,8 jaune
Bleu de bromocrésol........	3 » jaune...............	4,6 bleu
Méthylorange..............	3,1 rouge orangé........	4,4 jaune
Rouge de méthyle..........	4,3 rouge...............	6,2 jaune
Pourpre de bromocrésol......	5,2 jaune...............	6,8 pourpre
Bleu de bromothymol.......	6 » jaune...............	7,6 bleu
Tournesol	6 » rouge...............	8,0 bleu
Rouge phénol..............	6,8 jaune...............	8,4 rouge
Rouge crésol..............	7,2 jaune...............	8,8 rouge
Bleu de thymol............	8,0 jaune...............	9,6 bleu
Phénolphtaléine............	8,3 incolore............	10 » rouge
Jaune d'alizarine R.........	10,1 jaune pâle..........	12,1 orange

822 — Méthode colorimétrique

La méthode colorimétrique consiste à ajouter à un volume déterminé de la solution à étudier une quantité fixe d'indicateur coloré, convenablement choisi.

On repère ensuite le prélèvement en comparant sa teinte avec celle d'étalons colorés.

On peut se procurer ces étalons qui se présentent soit sous forme de tubes scellés contenant des solutions colorées, soit sous forme de verres de couleur que l'on trouve chez les fournisseurs spécialisés.

823 — Méthode des gouttes

Cette méthode permet de mesurer le pH des solutions sans employer de tubes ou de verres étalons.

La teinte prise par un indicateur coloré pour un pH déterminé, peut en effet être obtenue par l'addition dans des proportions convenables de ses deux teintes extérieures — acide et alcaline.

Cette addition des deux couleurs est réalisée en employant deux séries de tubes à essai dont les uns contiennent une solution acide et les autres une solution basique.

L'indicateur coloré est ajouté à chacun des tubes des deux séries de façon à obtenir des paires de tubes acide basique renfermant un total de 10 gouttes d'indicateur.

Exemple : la première paire contient 9 et 1 gouttes, la deuxième 8 et 2, la troisième 7 et 3 et ainsi de suite.

En regardant par transparence à travers deux tubes d'une même paire, on réalise la gamme des couleurs de l'indicateur pour diverses valeurs du pH.

823 *a* — **Matériel**

Un bloc comparateur à 9 trous (fig. 62 et 103).
23 tubes à essais calibrés en verre neutre.
1 flacon compte-gouttes renfermant l'indicateur coloré.

1 flacon compte-gouttes renfermant la solution acide sulfurique à 0,5 °/₀.

1 flacon compte-gouttes renfermant la soude caustique à 0,2 °/₀.

1 pipette de 5 cc.

Eau distillée.

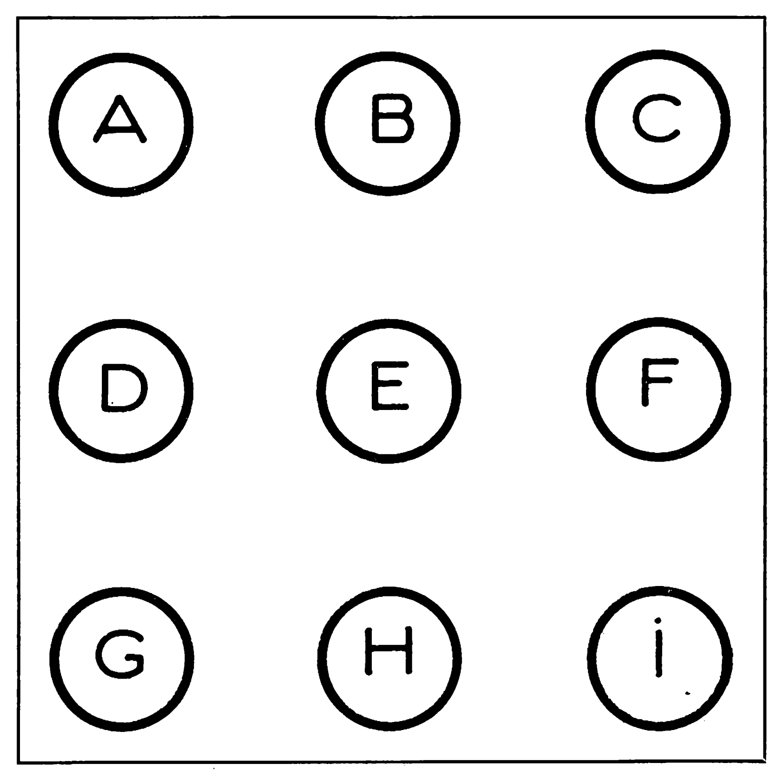


Fig. 103. — Position des tubes dans le comparateur.

823 *b* — Mode opératoire

Verser 5 cc d'eau distillée dans 18 des tubes à essai, et ajouter 1 goutte de solution acide à 9 d'entre eux et 1 goutte de solution basique aux 9 autres.

Colorer les paires de tubes comme il est dit plus haut. Verser 5 cc de l'électrolyte à étudier, 10 gouttes d'indicateur coloré. Après agitation, placer ce tube en E. Les deux autres tubes d'électrolyte sont placés en D et F.

On pose en B et H deux tubes renfermant de l'eau distillée. On compare la coloration de l'ensemble H E B avec celles obtenues en plaçant en A et G ainsi qu'en C et I successivement les tubes colorés par paires.

Dans le cas des bains de nickel, l'indicateur étant en général le pourpre de bromocrésol à 0,02 % les valeurs du pH sont indiquées par le tableau ci-contre.

Quand il s'agit non de mesurer le pH, mais simplement de contrôler rapidement le fonctionnement d'un bain, on se contente souvent d'examiner la coloration prise par un prélèvement de 5 cc auquel on a ajouté 10 gouttes de pourpre de bromocrésol. On repère

Tubes acides Nombre de gouttes colorantes	Tubes basiques Nombre de gouttes colorantes	pH correspondant
9	1	5,3
8	2	5,7
7	3	5,9
6	4	6,1
5	5	6,3
4	6	6,5
3	7	6,7
2	8	6,9
1	9	7,2

une fois pour toutes, au moyen de couleur à la gouache, la coloration correspondant à un fonctionnement normal du bain et on s'efforce par des additions, soit d'acide, soit d'alcali, de ramener le pH du bain dans les limites désirées. Si l'acide employé est de l'acide sulfurique à 66° B on devra procéder par addition ne dépassant pas 5 cc par 100 litres de bain.

824 — Papiers réactifs

Des bandes de papier filtre imprégnées d'un indicateur coloré peuvent être utilisées au contrôle du pH. Certains de ces papiers portent des impressions en couleur correspondant aux diverses teintes de l'indicateur. C'est encore la méthode la plus rapide pour contrôler le pH des bains de nickelage. On verse une goutte du prélèvement du bain sur la bande de papier réactif dont les intervalles de virage correspondent au pH supposé. D'après la teinte prise par le papier, il est possible d'être renseigné rapidement sur le pH de la solution étudiée (fig. 62).

825 — Effet tampon

Certains corps, lorsqu'ils sont ajoutés à un électrolyte, ont la propriété de s'opposer aux variations de pH de la solution. C'est le cas pour l'acide borique incorporé aux électrolytes de nickelage.

TABLE DES FIGURES

TABLE DES MATIÈRES

GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE PREMIER

NOTIONS DE TYPOGRAPHIE

CHAPITRE II

STÉRÉOTYPIE-MOULAGE

CHAPITRE III

FONTE

CHAPITRE IV

TERMINAISON DES STÉRÉOS

CHAPITRE V

GALVANOTYPIE

Moulage

Moulage au celluloïd

Moulage aux plastiques

Moulage au tenaplate

Moulage au plomb

Argenture des moules

CHAPITRE VI

BAINS GALVANOTYPIQUES

Bains de cuivre

CHAPITRE VII

DOSAGE DES BAINS DE CUIVRE

CHAPITRE VIII

CHROMAGE — NICKELAGE — ACIÉRAGE

CHAPITRE IX

TERMINAISON DES GALVANOTYPES

CHAPITRE X

ATELIER DU CLICHEUR-GALVANOTYPEUR

Machines et matériel

CHAPITRE XI

LES PLASTIQUES

CHAPITRE XII

MATIÈRES PREMIÈRES UTILISÉES EN STÉRÉOTYPIE ET GALVANOTYPIE

Matières premières utilisées en stéréotypie

Matières premières employées en galvanotypie

CHAPITRE XIII

LES ALLIAGES

CHAPITRE XIV

NOTIONS D'ÉLECTRICITÉ GÉNÉRALE

CHAPITRE XV

ÉLECTROLYSE

CHAPITRE XVI

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES DE CHIMIE

ACHEVÉ D'IMPRIMER
SUR LES PRESSES DES
IMPRIMERIES OBERTHUR
A RENNES
EN SEPTEMBRE
M C M L

Dépôt légal n° 4070
3e Trimestre 1950.
Impression n° 31.0779.



IMPRIMERIES OBERTHUR
RENNES - PARIS